



半導體製程設備廢水處理及再生技術之專利趨勢研究

經濟部智慧財產局

中華民國 113 年 7 月 29 日



目錄

壹、前言	3
貳、研究動機與方法	6
一、研究動機.....	6
二、研究方法.....	8
參、半導體製程設備廢水處理及再生技術之專利分析	15
一、技術簡介.....	15
二、IPC 分類號	33
三、檢索策略、結果與資料整理	34
四、專利綜合分析	38
(一)全球專利申請趨勢	38
(二)生命週期分析.....	43
(三)全球前十大申請國家/地區統計.....	46
(四)全球前十大申請國家/地區專利申請趨勢	48
(五)主要申請國之第一申請人類型.....	51
(六)全球前二十大申請人統計與專利申請趨勢.....	52
(七)主要國家/地區之專利布局	59
五、專利技術分析	60
(一)廢水處理及水資源再生專利案之三階 IPC 分布.....	61
(二)廢水處理及水資源再生專利案之專利地圖.....	62
(三)全球前二十大申請人申請案之主要 IPC 分類號(三、四階).....	67
(四)全球前二十大申請人申請案之技術分類	69
(五)全球前二十大申請人申請案之技術趨勢	77
(六)中華民國申請人專利申請之概況.....	79
六、精選案例.....	83
(一)參考「被引用(Citing)次數」摘錄案例.....	83
(二)參考「業界實務成果」摘錄案例.....	134
七、總結.....	154
肆、心得與建議	158
附錄 1. WIPO 綠色目錄(WIPO IPC Green Inventory)	161
附錄 2. JPO 綠色轉型(GX)技術分類專利清單(GXTI)	175

壹、前言

ESG（環境、社會及公司治理；Environmental, Social and Governance；圖 1-1）為目前產業界最熱門的議題之一，其與循環經濟（Circular Economy）之概念有著密不可分之關係。循環經濟是現代的經濟模式，主要係創造一個「資源-產品-再生資源」的回饋式流程，其目標是減少資源浪費，降低環境污染，提高資源使用效率，並創造額外的經濟附加價值。而以往之線性經濟的概念，則係從自然環境開採原物料，加工製造成產品，使用後丟棄，最終成為環境之污染物，稱為「take（獲取）、make（製造）、use（使用）、dispose（丟棄）、pollute（污染）」的概念（圖 1-2 所示）。線性經濟的問題主要在於資源的過度消耗及浪費；生產及消費過程中產生的廢棄物和污染對環境造成嚴重的影響；以及產品的生命周期通常是單向的，無法循環利用及再生資源。以水資源為例，水在人類各式各樣的活動中被大量消耗，形成廢水，最終廢水被排向河川或大海，若廢水含有污染物，其任意排放之結果，將對人類及環境造成嚴重的影響。過去數十年來，隨著全球人口激增、工業擴張及氣候變遷等因素的影響，人類對水資源的需求不斷增加，相對地，水污染問題亦日趨嚴重，人們開始意識到水資源之線性經濟模式並非永續的方式。因此，近年來蔚為顯學之循環經濟模式，不啻為一種使

水資源永續的解決方案，而全球各大企業、學研機構等，無不致力於水資源之回收、再利用或再生等技術之開發、研究及利用，期能保護人類生長環境、創造新的商業機會與經濟附加價值及確保未來全球水資源循環發展。

全球半導體相關需求（晶圓、液晶面板或發光元件等）將持續增長，可預期未來半導體產業永續的水處理技術布局和水資源循環再利用，將成為重要顯學之一。其大致上可實現以下三個重大效益：（1）廢水回收及再利用：半導體製造過程會產生大量廢水，傳統處理方式是化學混凝沉澱以達排放標準，但在循環經濟模式下，可以透過薄膜過濾等技術將廢水回收再利用，獲得較佳水質的再生水，減少對原生水資源的需求。（2）回收物之資源化：在半導體廢水回收過程中，可以進一步回收其中的有價物質（如貴重金屬），實現資源的循環利用。（3）能源再利用：面板廠產生污泥中的有機物質可以轉化為生質燃料，用於發電等能源用途，實現能源的循環利用。

半導體產業透過廢水處理，回收及再利用資源、能源再生等措施，在水資源循環經濟方面取得了顯著的效益，不僅減少對原生水資源的需求，並創造新的經濟價值，實現水資源的永續發展。本專案將以專利的角度，分析全球半導體製程設備廢水處理或水資源回

收、再生之專利趨勢及關鍵技術，採用 Derwent Innovation 專利資料庫（以下簡稱 DI 資料庫）及 Global Patent Search System（以下簡稱 GPSS 資料庫）蒐集世界各國有關上述水資源處理相關的專利案，完成專利綜合分析、專利技術分析、專利布局及專利地圖等內容，期能提供我國產業界發展方向，避免將研發資源浪費在既存的技术上，並且可從中找出相關潛在對象合作或競爭對手，促使產業發展，進而為人類實現水資源永續循環盡一分心力。



圖 1-1. ESG 的基本內涵

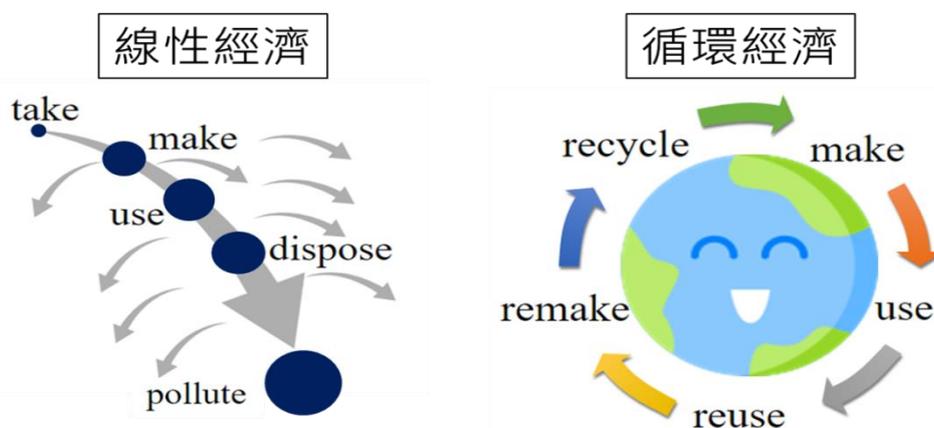


圖 1-2. 線性與循環經濟的概念¹

¹ 維基百科：循環經濟
<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%BE%AA%E7%92%B0%E7%B6%93%E6%BF%9F>

貳、研究動機與方法

一、研究動機

臺灣本島四面環海，地處於世界最大的海洋與大陸之間，橫跨熱帶與副熱帶，並有高山、平原、丘陵、盆地各種不同地形，造就天氣的複雜與多樣性，亦為臺灣每年帶來約 2500 毫米的降雨量，雖是世界平均雨量的 3 倍之多²，而我國卻可能面臨短期或長期乾旱，其原因除了氣候變遷、季風、颱風、地形和降雨變化等多個因素的交互影響外，我國經濟的快速成長，農業及工業用水的需求增加，及水資源管理及民眾用水習慣等，亦為主要因素之一。事實上，我國人民每年實際分配到可利用水量很少，約為世界平均值的 1/6，按目前世界標準，屬於缺水地區³。進一步來說，我國具備全球最密集且最完整的半導體產業聚落，隨著半導體產業之快速成長，所衍生之環境污染與水資源損耗問題必須積極尋求解決方案，因此，各家業者無不致力於水資源永續之發展。以全球晶圓代工大廠臺灣積體電路製造股份有限公司（下稱台積電）水資源處理為例，台積電為提高水資源的使用效率，將純水設備及製程機台的排放水依照其乾淨程度分級，透過製程分流的排水管路及建置各種用水回收系統，

² 臺灣年降雨量豐沛，為何名列全球缺水國家之列？
<https://www.seinsights.asia/article/9142>

³ 水利署節約用水資訊網：珍惜水資源
<https://web.wra.gov.tw/wcis/cp.aspx?n=7887>

一滴水進台積公司廠區平均可使用 3.5 次，創造一滴水 350%的使用率⁴，可以看出其對於水資源議題的重視。此外，我國國家發展委員會「臺灣 2050 淨零轉型」之 12 項關鍵戰略（圖 2-1），「資源循環零廢棄」為重點項目之一，而本局於 111 及 112 年先後完成「半導體產業供應鏈轉型綠色製造之專利技術參考手冊」及「全球半導體產業廢棄物處理之關鍵技術及專利布局分析」，執行期間辦理多場半導體相關企業訪談，藉由訪談過程了解產業界對於專利等智慧財產權之認知需求、廠商在進行技術開發時所遇到的困難以及是否有因應對策等，其中多家廠商即表示水資源處理亦屬業界重要發展項目之一。因此，本專案以「半導體製程設備廢水處理及水資源再生技術之專利趨勢研究」為主題，進行專利趨勢分析及精選重要案例，期能提供國內半導體供應鏈相關領域發展水資源循環經濟之參考。



圖 2-1. 臺灣 2050 淨零轉型-十二項關鍵戰略

⁴ 台積電官網：一滴水在台積公司運用 3.5 次的旅程
<https://esg.tsmc.com/ch/update/greenManufacturing/caseStudy/3/index.html>

二、研究方法

本專案藉助我國「國內外全域檢索系統」、「全球專利檢索系統」(Global Patent Search System；下稱 GPSS 資料庫)或 Google 等資料庫為檢索工具，蒐集相關之技術(或關鍵字)及其所屬之國際專利分類號(International Patent Classification；下稱 IPC 分類號)。接著，將上述內容擬定以[IPC 分類號]及/或[關鍵字]為基礎的檢索策略，於 DI 資料庫進行專利檢索，儘可能找出與所設定主題相關的專利技術，最後經由人工閱讀篩除較不相關的專利案後，將該些半導體產業「廢水處理及水資源再生」技術之專利文件資料進行統計、分析，並嘗試探討各項技術專利趨勢之原因；此外，專案小組亦從檢索之專利案中，精選被引用較多次之專利技術作一介紹。本專案之成果未來可對產業界宣導，藉由產業之回饋意見，作為執行專利分析相關之專案改進的基礎。

圖 2-2 所示為本專案之研究方法流程圖，進一步說明如下：

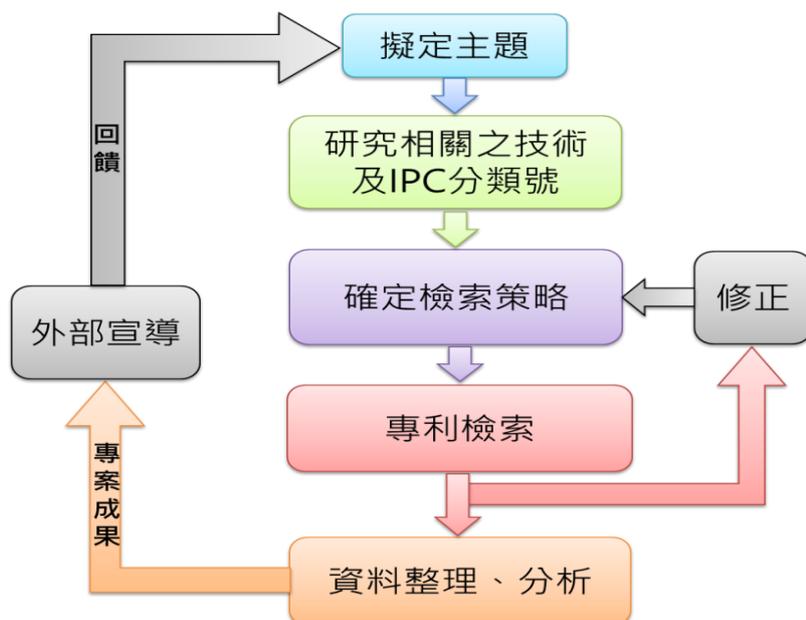


圖 2-2. 研究方法流程圖

(一)研究與主題相關之技術及 IPC 分類號

1. **技術**：本專案於初期係利用較為簡略的關鍵字（例如，「水回收」或「水處理」等），搭配基本的檢索技巧（例如，滾雪球檢索或專利家族檢視等），於我國 GPSS 資料庫及/或 Google 資料庫找尋並研究與主題相關之技術。

2. **IPC 分類號**：本專案使用（[IPC 分類號]及/或[關鍵字]）之檢索原則，於 DI 資料庫進行專利檢索，如何針對所選定的主題，找出其相對應之 IPC 分類號係為本專案重要的課題之一，採取的方法如下：

(1)地毯式掃瞄找 IPC 分類號：

IPC 分類號係階層式之分類系統，以互相獨立的符號

(Symbol)來代表不同領域之專利技術，共分為主部(Section)、次部(Sub-Section)、主類(Class)、次類(Sub-Class)、主目(Group)以及次目(Sub-Group)。其中，主部包含：A 部（人類生活必需）、B 部（作業；運輸）、C 部（化學；冶金）、D 部（紡織物；紙類）、E 部（固定建築物）、F 部（機械工程；照明；加熱；武器；爆破）、G 部（物理）及 H 部（電學）。專案小組成員於上述 8 部中，以人工閱讀方式逐一找尋相關之 IPC 分類號。例如，半導體領域中，廢水處理及水資源再生相關之 IPC 分類號包含：B01D（分離）、C02F（水、廢水、污水或污泥之處理）、或 H01L（半導體裝置）等。

(2)檢索並統計較相關的 IPC 分類號：

專案小組於初期係採用較為簡略的關鍵字（例如「水回收」或「水處理」等），於我國 GPSS 資料庫找尋與主題相關之 IPC 分類號。例如，利用上述檢索統計，得到與半導體產業之廢水處理及水資源再生相關的 IPC 包含：C02F（水、廢水、污水或污泥之處理）、B01D（分離）、G03F（圖紋面之照相製版工藝）、B01J（化學或物理方法）、B24B（用於磨削或拋光之機床、裝置或工藝）等，其中

C02F 與 B01D 屬與廢水處理及水資源再生技術最為相關之 IPC 分類號。上述方式係利用電腦檢索統計之方法找尋相關的 IPC 分類號，可彌補人工地毯式掃瞄之缺漏，對於檢索相關專利案之廣度有所助益。

(3)WIPO 綠色目錄⁵：

WIPO 於 2010 年建立了綠色技術的相關國際專利分類目錄 (WIPO IPC GREEN Inventory；簡稱 WIPO 綠色目錄；參見附錄 1)，主要分為 7 大類別，包括：(1)替代能源、(2)運輸、(3)節能、(4)廢棄物管理、(5)農業/林業、(6)行政、監管及設計方面及(7)核能發電。其中，船上輔助設備 (B63J 4/00)；水、廢水、污水或污泥之處理 (C02F 1/00, 3/00, 5/00, 7/00, 9/00, 11/00, 101/00 等)；乾淨水或廢水之戶內衛生管道裝置 (E03C)；以及下水道與污水井(E03F)等，上述 IPC 分類號可作為檢索「廢水處理及水資源再生」相關專利案之參考工具 (詳見表 2-1)。

⁵ 專利檢索-「全球專利檢索系統」綠色技術一鍵查詢
<https://gpss3.tipo.gov.tw/gpsskmc/gpssbkm?!FUNC240>

表 2-1. 與廢水處理及水資源再生相關之 WIPO 綠色目錄

主題 4	廢棄物管理		IPC
		控制水污染	
		處理廢水或污水	B63J 4/00
			C02F
		清除開放水域的污 染物	B63B 35/32 E02B 15/04
		廢水管道裝置	E03C 1/12
		污水管理	C02F 1/00, 3/00, 9/00 E03F

(4) 日本綠色轉型技術目錄(GXTI):

2022 年 6 月，日本特許廳（JPO）發布綠色轉型技術目錄

（Green Transformation Technologies Inventory, GXTI），概

述了與綠色轉型（GX）技術相關之專利技術，並列舉 GX

技術之分類與對應類別之專利檢索式，以利公眾檢索包含

GX 技術的專利文件（參見附錄 2）。例如，GXTI 中廢水

處理技術的檢索式為：C02F/ip*energy,5n,('sav*' +

'conserv*' + 'econom*' + low + 'flexi*')/(ab + ti + cl)。其中，

「C02F」為 IPC 分類號，「energy ('sav*' + 'conserv*' +

'econom*' + low + 'flexi*）」則為節能之關鍵字，直接印證

了本專案所採用的檢索方式之可行性，而 GXTI 收載之專

利技術分類目錄係為日本 JPO 所訂定之分類方式，可作為

檢索半導體「廢水處理及水資源再生」相關專利案之參考工具。

(5) ChatGPT 等 AI 工具找 IPC 分類號

ChatGPT (Chat Generative Pre-trained Transformer; 全稱聊天生成預訓練轉換器) 於 2022 年 11 月推出, 其使用基於 GPT-3.5、GPT-4 架構的大型語言模型並以強化學習訓練。ChatGPT 目前仍以文字方式互動, 而除了可以用人類自然對話方式來互動, 還可以用於甚為複雜的語言工作, 包括自動生成文字、自動問答、自動摘要等多種任務, 而利用問答的方式, 可將其應用於找尋相關技術及 IPC 分類號, 作為資料蒐集的參考。

(二) 確定 ([IPC 分類號] 及 [關鍵字]) 之檢索策略

藉由上述(一)之方式, 搜尋與主題相關之技術以及 IPC 分類號, 搭配技術領域或目的等關鍵字, 作為本專案之檢索策略。以主題-「水資源回收、再生處理」為例, 擬定相對應之檢索式之原則為: (IPC 分類號...) and (水回收、水處理...) and (半導體領域...)。

(三) 專利檢索

DI 資料庫收錄我國、美國、日本、歐盟、中國大陸及韓國

等超過 150 個國家/地區的專利，提供專利分析工具（專利地圖分析）以及摘錄專利的創新點、用途過功效等重點精華，為本專案檢索相關先前技術所選用之資料庫之一。

(四)資料整理、分析

使用（[IPC 分類號]及/或[關鍵字]）之方式進行專利檢索，實務上仍有漏檢或誤檢的情況發生。一般來說，透過最佳化檢索式可降低漏檢之情況，而誤檢則必須以人工的方式，將與主題較無關或不相關專利案去除（如圖 2-3 所示）。專案小組成員將檢索結果儘可能地去除雜訊，得到較為精確的資料母體，並以 DI 資料庫、Microsoft Excel 等常用之文書軟體為分析工具。

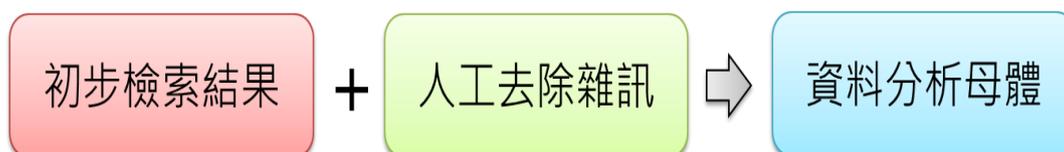


圖 2-3.資料整理（示意圖）

(五)專案成果對外宣導

專案成果對外宣導的方式，除了將專案成果於本局 GPSS-「綠色技術專區」上網公告外，並以研討會的方式對外報告與討論，期望能得到產業界的回饋或指教，作為未來專案的研究方向，使得專案的主題、內容能更符合產業界需求，以達公私合作之雙贏目標。

參、半導體製程設備廢水處理及再生技術之專利分析

本章節之內容，將依序以「技術簡介」、「IPC 分類號」、「檢索策略、結果與資料整理」、「專利綜合分析」、「專利技術分析」及「精選案例」呈現。此外，圖表所示之百分比，由於四捨五入的關係，可能存在些微誤差，先予說明。

一、技術簡介

「廢水處理及水資源再生」相關之技術大致上可區分為：物理處理 (Physical Treatment)、化學處理 (Chemical Treatment)、生物處理 (Biological Treatment) 以及其他。

(一) 物理處理 (Physical Treatment)

透過物理作用，例如沉澱、過濾、蒸發或離心技術等，分離或回收廢水中不溶解的懸浮狀物質，處理過程中並不會改變其化學性質，操作方式較為簡單。常見利用此種方式作為廢水處理之技術概述如下：

1. 吸附法 (活性碳、磁力或電場吸附；Active Carbon、Magnetic or Electric Adsorption)：利用吸附力吸附水中雜質，達到水淨化之目的，常見有活性碳 (凡得瓦力)、磁力或電力吸附的方式處理廢水。活性碳是一種多孔性物質，其中由

微孔（孔徑小於 2 nm）構成的內表面積約占總面積的 95%以上，中孔洞和大孔洞則僅占 5%左右，由於具有許多綿密發達的微細孔洞，1 克的活性碳可能擁有超過 1,000 m² 的表面積，對分子量 500~1,000 範圍內的有機物具有較強的吸附能力，同時對於去除水中的化學需氧量（Chemical Oxygen Demand，簡稱 COD）、生化需氧量（Biochemical Oxygen Demand，簡稱 BOD）、有機氯、有機汞及芳香族化合物等物質亦有良好效果。

2. 離心分離法（Centrifugation）：利用離心力來從溶液中分離粒子的方式，粒子會依不同的大小、型狀、質量、介質黏度以及轉速，而有不同的分離情形。
3. 沉澱法（Centrifugation）：重力可使溶液中粒子自然沉澱，其會依不同質量、形狀、大小等因素，分離所需的時間而有所不同。

另外，水資源再生之技術概述如下：

1. 逆滲透法（Reverse Osmosis）：如圖 3-1 所示，在半透膜二側不同濃度之溶液尚未達到平衡時，在濃度較高的一方施予壓力，濃度較低一側水分子滲透速度減緩，當此壓力達到某一程度時，溶液滲透現象停止，此時的壓力可稱為薄膜滲透壓

(圖 3-1(a))。若再持續加壓 (參圖 3-1(b))，則水分子會往與一般滲透方向之反向流動，即自高濃度一側流向低濃度一側，這種現象即稱為「逆滲透」，係用於水淨化最常見的技術之一。

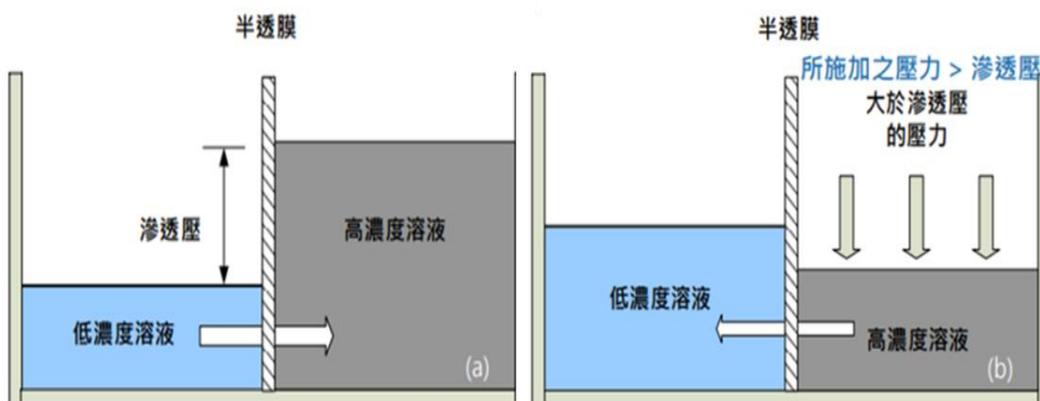


圖 3-1. 逆滲透的原理⁶

2. 過濾法 (Filtration)：薄膜上具有細微孔洞，如圖 3-2 所示，該孔洞可阻擋懸浮液中特定的大小物質，使其不能通過該薄膜，達到液體或氣體純化的目的，亦為用於水淨化最常見的技術之一。依薄膜孔徑大小可分為微過濾 (Micro Filtration) 膜、超過濾 (Ultra Filtration) 膜及納過濾 (Nano Filtration) 膜等，微過濾膜孔徑可為 0.1~0.4 微米，允許大分子和溶解性固體 (例如，無機鹽) 等通過，但會截留懸浮物，細菌，及大分子量膠體等物質。超濾膜孔徑約小於 100 nm，可初步過濾細菌、病毒、膠體物質及蛋白質等，也可做為奈濾膜、

⁶ 工業廢水處理與回收案例：[PowerPoint 簡報\(cdf.org.tw\)](http://cdf.org.tw)

逆滲透膜的前處理；納濾膜孔洞約 1~10 nm，其超微細孔徑可過濾細菌、細菌、懸浮固體物、高分子有機物和部分無機離子等物質。另外，壓電薄膜過濾法（Piezoelectric Filtration）為一般過濾方式的改良，主要係在壓電薄膜進行過濾時，同時對壓電薄膜施予電壓，以增加其過濾之效率。

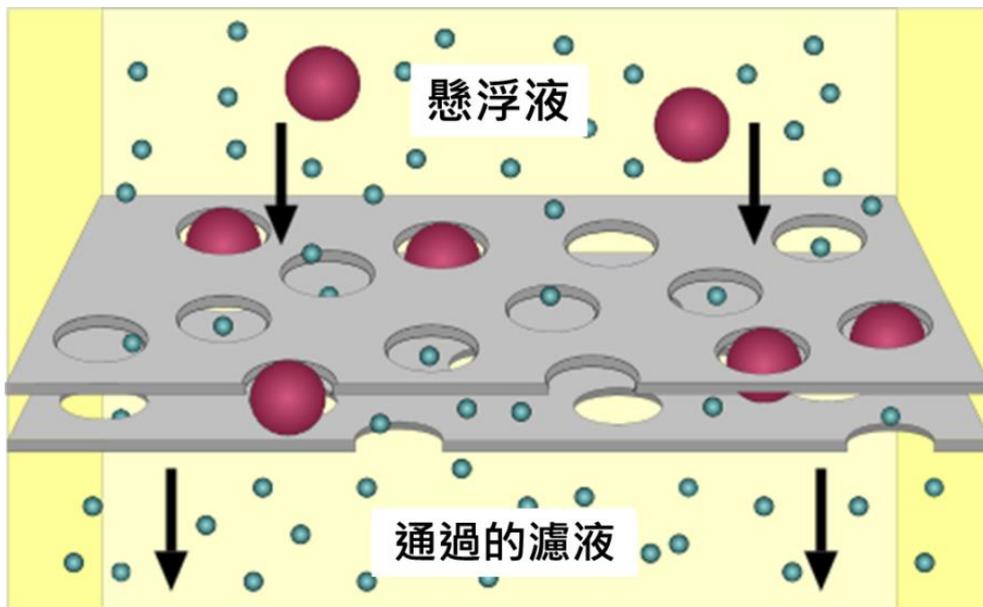


圖 3-2. 過濾原理

3. 蒸發、蒸餾或冷凝法（Evaporation or Condensation）：地球實際上就是一個大型的海水淡化蒸餾器，陽光照射在海面上使水分蒸發（Evaporation），而高空和南北極極地的冷氣流將其冷凝（Condensation），冷凝下來的水蒸氣以雨或雪的方式降落到地面上。上述原理可應用於廢水處理、水資源再生或海水淡化廠，即將廢水/海水加熱，使其中的水分蒸發，因為廢水/海水裡溶解的鹽和其他的雜質不會蒸發，所產生之水蒸氣

純度很高，把它冷凝下來就是可再使用的回收水/淡水。

4. 薄膜蒸餾法 (Membrane distillation ; MD) : 如圖 3-3 所示，利用多孔性疏水材質薄膜，將兩側不同溫度的流體隔離，薄膜兩側的溫度差會造成蒸氣壓差，以此壓力差為驅動力，使蒸氣分子透過膜孔道擴散至冷側端，再將其冷凝並加以收集。一般而言，薄膜蒸餾之進流只要加熱至 50°C 以上，使兩側溫差超過 20°C，就能產生足夠的蒸汽壓差，使蒸氣透過薄膜的速率達到工程應用上的要求。

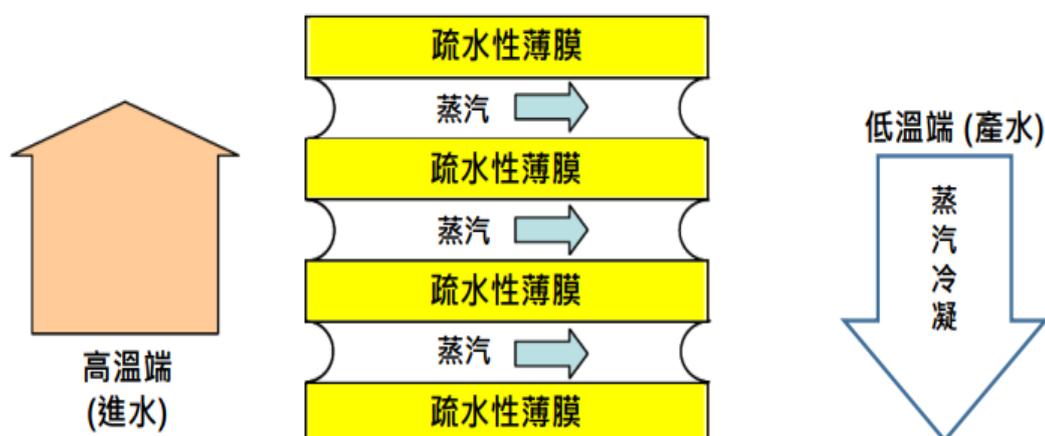


圖3-3. 薄膜蒸餾之原理⁷

(二)化學處理 (Chemical Treatment)

廢水中添加化學藥劑，產生混凝、中和、離子交換、離子吸附等或是利用其他產生氧化還原反應之方式，將水中物質分離、轉化、沉澱或者是破壞污染物的化學結構，稱化學法。常見利用此種

⁷ 薄膜蒸餾技術於水處理中的應用-自來水會刊第 30 卷第 4 期

方式處理廢水之技術說明如下：

1. 離子交換法 (Ion Exchange)：藉由離子交換劑中的交換離子與廢水中的離子進行交換而除去廢水中有害離子（例如重金屬離子等）的方法。
2. 混凝沉澱法 (Coagulation)：該方法在水處理上的應用已有很長的歷史，具有可靠性高、成本低及操作簡單等優點，主要原理為將一些藥劑（通常稱為混凝劑及助凝劑）投加至處理水中，使水中難以沉澱的顆粒能互相聚合而形成膠體，然後與水體中的雜質結合形成更大的絮凝體。絮凝體具有強大吸附力，不僅能吸附懸浮物，還能吸附部分細菌和溶解性物質。絮凝體吸附其他物質後，體積增大而下沉，而達到水淨化的目的。
3. 電解混凝法 (Electrocoagulation ; EC)：電解法與混凝沉澱法之組合應用，如圖 3-4 所示，將電極置於廢水中，並施加電流，使陽極發生氧化反應，而產生金屬離子（例如， Al^{3+} ）或氧化劑，這些金屬離子或氧化劑會與廢水中的污染物發生反應，使其生成絮凝體後，吸附其他污染物而沉澱，從而達到去除污染物的及水淨化的目的。

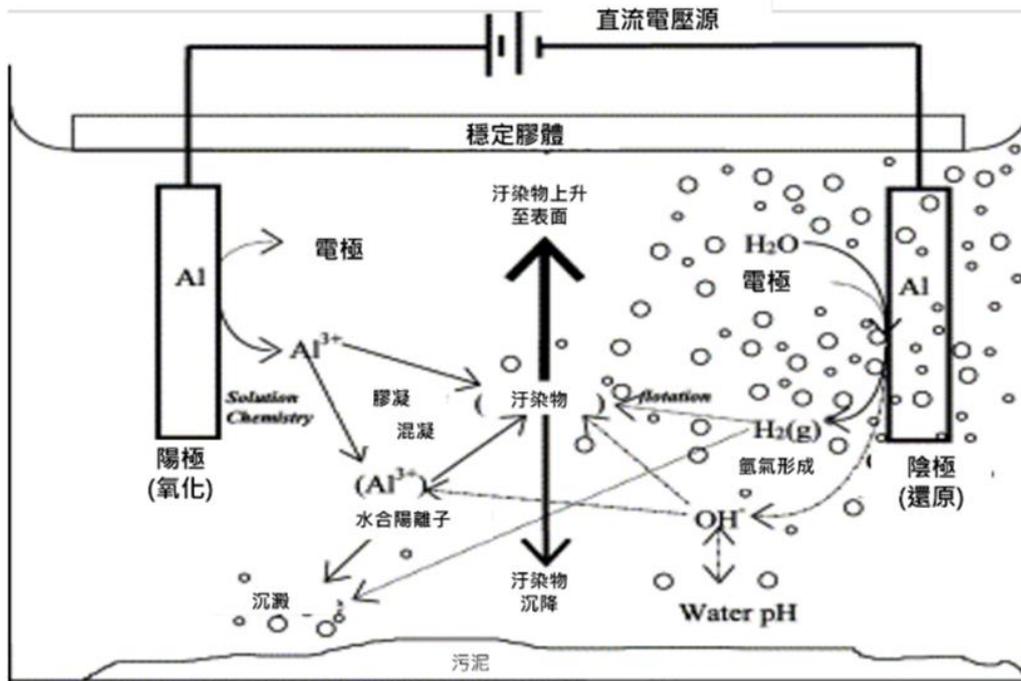


圖 3-4. EC 原理⁸

4. 流體化床結晶技術 (Fluidized Bed Crystallization (FBC))：如圖 3-5 所示，係利用 0.2~0.5 mm 擔體在結晶槽中作為核種，欲處理之廢水及添加藥劑係由該結晶槽之底部進入並向上流動，而該結晶槽外接有一迴流水迴路，用以調整進流水過飽和度及控制擔體上流速度，使欲處理的無機離子於擔體表面形成穩態結晶體，當晶體粒徑達 1~2 mm 後，排出槽外進行回收再利用或達水淨化之目的。

⁸ 經濟部電子零組件製造業：產業用水最適化及節水技術指引
<https://www.edf.org.tw/>

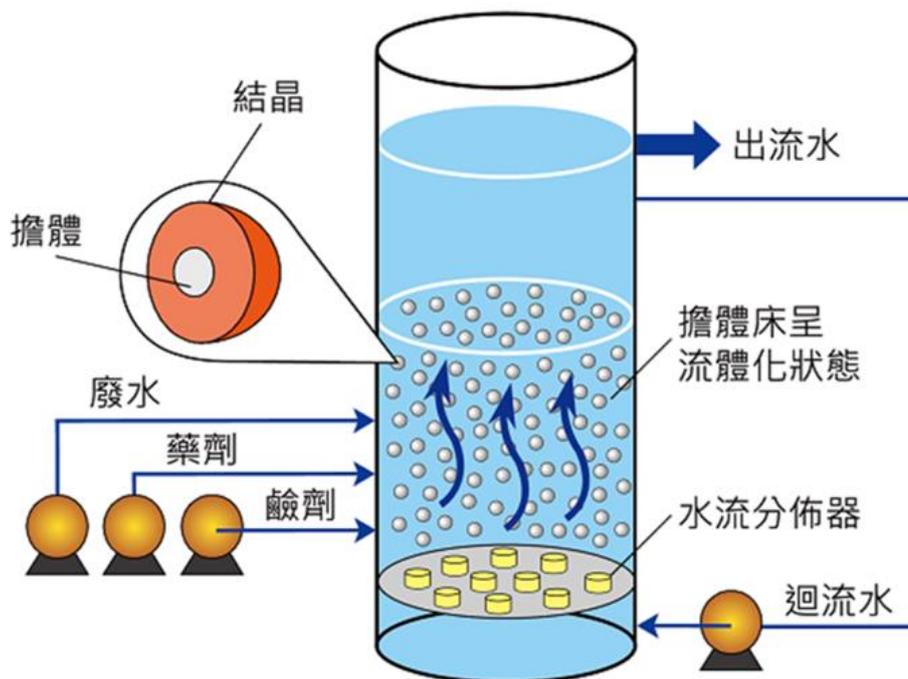


圖 3-5. 流體化床結晶技術⁹

另外，水資源再生之技術概述如下：

1. 高級氧化法（Advanced Oxidation Processes；AOPs）：羥基自由基（OH 基）具有比臭氧更強之氧化能力，可在一種或多種主要氧化劑（例如臭氧、過氧化氫等）和/或能量（例如紫外線、高溫等）或催化劑（例如二氧化鈦等）的幫助下產生，高級氧化法主要係利用上述具有強氧化力之羥基自由基將大分子難降解有機物氧化成低毒或無毒的小分子物質（參見圖 3-6），而在適當調整的條件下應用時，高級氧化法可以處理的污染物濃度範圍很大（ppm~ppb），亦可顯著降低化學需氧量（Chemical Oxygen Demand；COD）和總有機碳量

⁹ 2022 創新水科技研發服務網。

(Total Organic Carbon ; TOC)，為近代最重要的廢水處理方式之一。

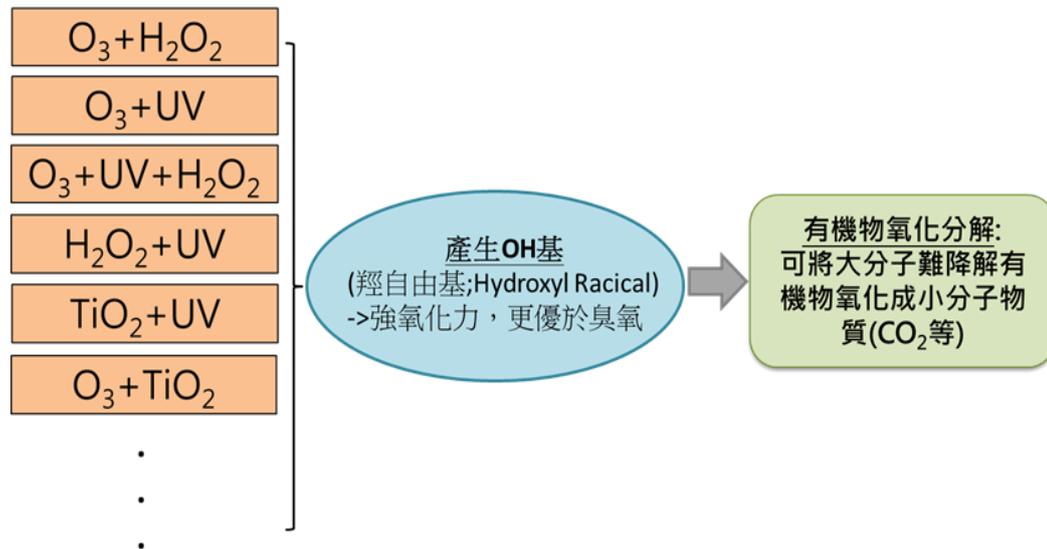


圖 3-6. 高級氧化法

2. 電透析法 (Electro-Dialysis ; ED)：如圖 3-7 所示，正、負直流電產生電場作為使水中離子移動的驅動力，再藉由不同特性的薄膜對水中的離子作分離選擇，使水中的陰離子移向陽極，陽離子移向陰極，得到淡水及濃水，達到淡化除鹽的目的。此外，倒極式電透析 (Electro Dialysis Reversal ; EDR) 係將電透析處理技術作進一步改良，其每隔一定時間將兩端電極極性互換，且淡水及濃水之控制閥亦隨之切換，如此反覆操作，能自動清洗離子交換膜表面上的結垢，可增加電透析系統的操作穩定性及延長薄膜使用壽命。

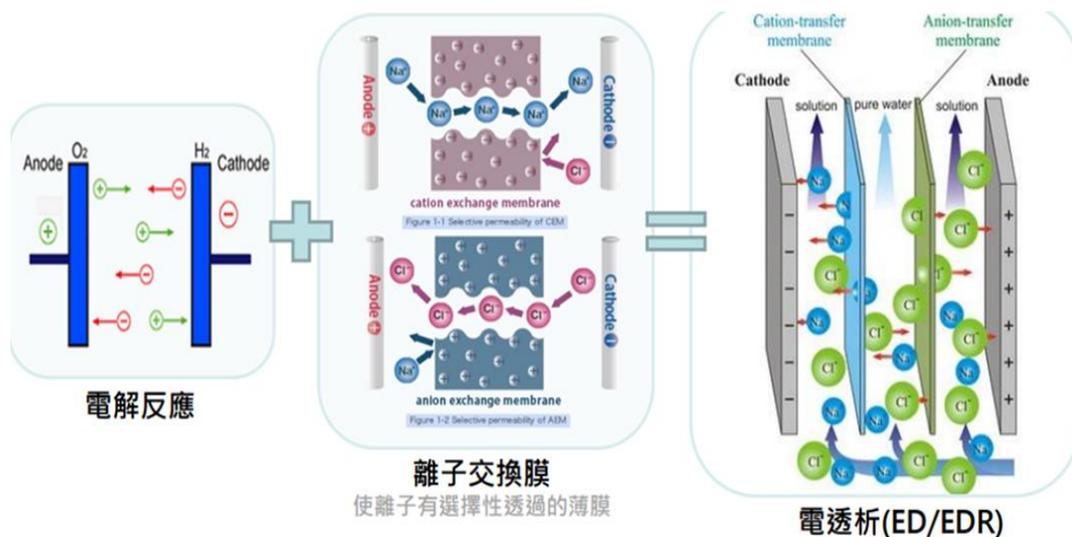


圖 3-7. 電透析法¹⁰

3. 電解去離子法 (Electrodeionization ; EDI) : EDI 系統是由陰陽電極、離子交換膜與離子交換樹脂所組成 (如圖 3-8 所示), 主要原理係為將電透析與離子交換技術融合, 透過陽、陰離子交換膜對陽、陰離子的選擇性通過作用, 以及離子交換樹脂對水中離子的交換作用, 並在電場的作用下實現水中離子的定向遷移, 進而達到水的淨化除鹽, 再透過電解水產生的氫離子及氫氧根離子對裝填樹脂進行連續再生。因此, EDI 在水淨化的過程不需要添加酸、鹼化學藥品即可連續製造高品質之超純水。

¹⁰ 工業技術研究院-工業廢水處理與回收案例, 材料與化工研究所 莊雅如 博士

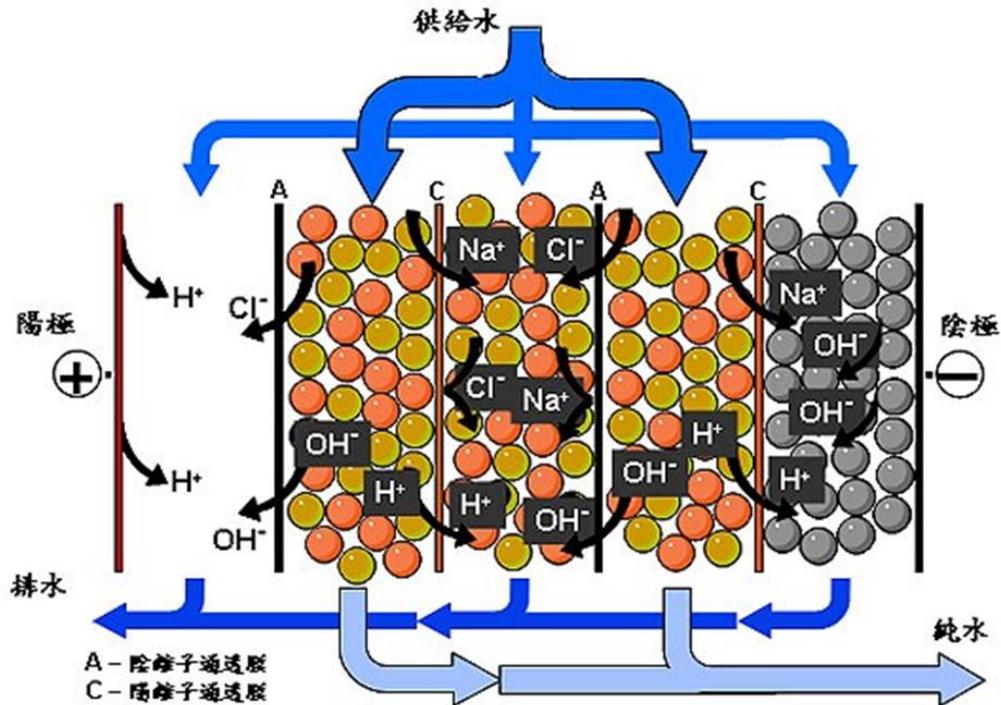


圖 3-8. EDI 原理¹¹

4. 電解法 (Electrolysis or Electrowinning)：電解是指將電流通過電解質溶液或熔融態物質，而在陰極和陽極上引起氧化還原反應的過程。例如，電解硫酸銅溶液，陽極反應： $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{O}_2 + 2\text{e}^-$ ，陰極反應： $\text{Cu}^{2+} + (\text{SO}_4)^{2-} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu} + (\text{SO}_4)^{2-}$ 。

¹¹ 電絕科技官網
<https://www.lasers.com.tw>

(三) 生物處理 (Biological Treatment)

生物處理係為利用微生物的特性將廢水中的有機污染物降解並轉化成無害的物質（如甲烷、二氧化碳或氮氣等），構成生物處理（生物氧化還原反應¹²）進行的要素主要有三個部分（參圖 3-9）：電子施體（Electron Donor）、電子受體（Electron Acceptor）及碳源（Carbon Source）。微生物透過電子施體（被氧化）與電子受體（被還原）的過程，獲得維持生理機能所需的能量，同時將進行生化氧化還原反應中一部分的電子與碳源一起反應合成新的細胞。此外，依據微生物種類及其反應的電子受體可分為好氧、缺氧及厭氧生物處理，例如，好氧性微生物主要就是利用水中溶氧做為電子受體，在廢水處理過程中，必須透過曝氣設備將水中溶氧維持在 1-2 mg/L 或以上。

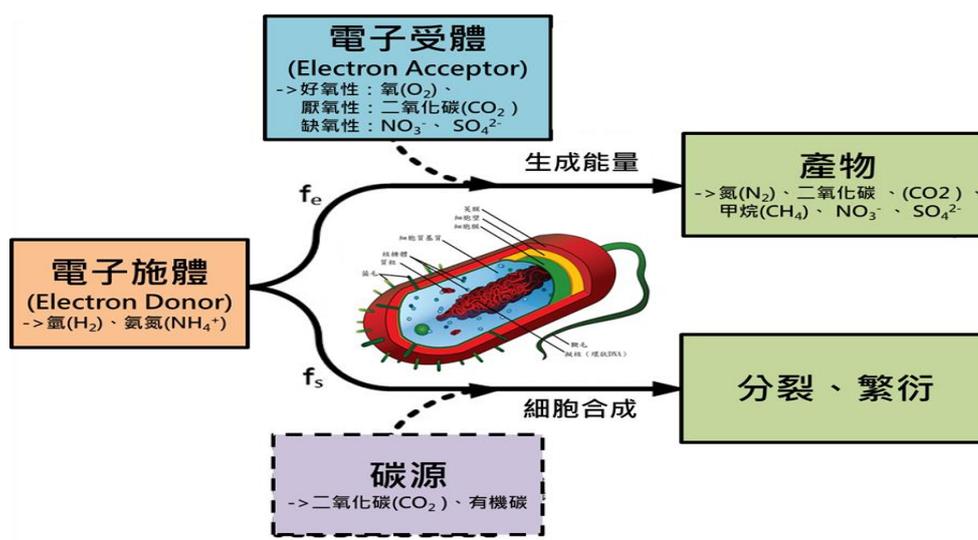


圖 3-9. 生物氧化還原反應

¹² 創新水科技研發服務網-什麼是生物處理?
https://www.itriwater.org.tw/Forum/article_more?id=37

迄今，生物處理及其衍生改良工藝是處理污水最廣泛使用的方法之一，常見的生物處理之應用說明如下：

1. 活性污泥法 (Activated Sludge ; AS)：係屬好氧性微生物處理，主要是透過好氧菌將有機物氧化成二氧化碳的過程（ $\text{有機物} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ）。如圖 3-10 所示，典型的活性污泥法必須包含一個曝氣槽（生物氧化還原反應進行）及一個沉澱槽（污泥迴流及廢棄），透過曝氣槽將廢水中有機物氧化成二氧化碳，而去除有機物得過程，細菌會同時產生新的菌體（即活性污泥），而處理後的水透過沉澱槽進行固液分離並濃縮較濃的污泥進行迴流與部分廢棄，以利維持系統功能。

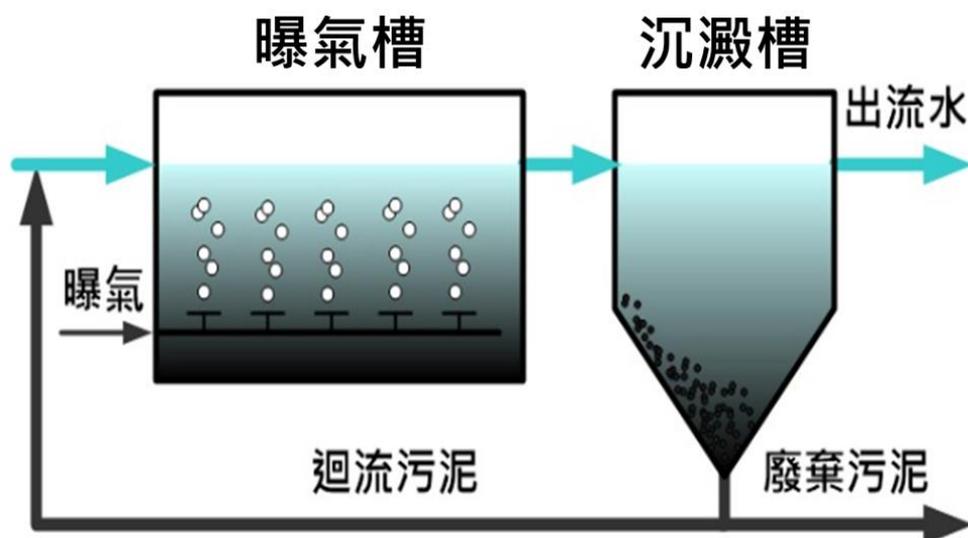


圖 3-10. 活性污泥法¹³

¹³ 創新水科技研發服務網-什麼是生物處理?
https://www.itriwater.org.tw/Forum/article_more?id=37

2. 薄膜生物反應器 (Membrane Bio Reactor; MBR)：MBR 系統主要由曝氣槽 (生物反應) 與膜濾元件 (薄膜過濾) 兩部分組成，共有兩種類型的薄膜生物反應器配置 (參圖 3-11)，其可提高曝氣槽內污泥濃度，提升處理效能，而經微/超濾膜之過濾後，產水內已無懸浮固體或污泥，可節省二沉池空間，適合用在缺乏用地的廢污水處理廠。

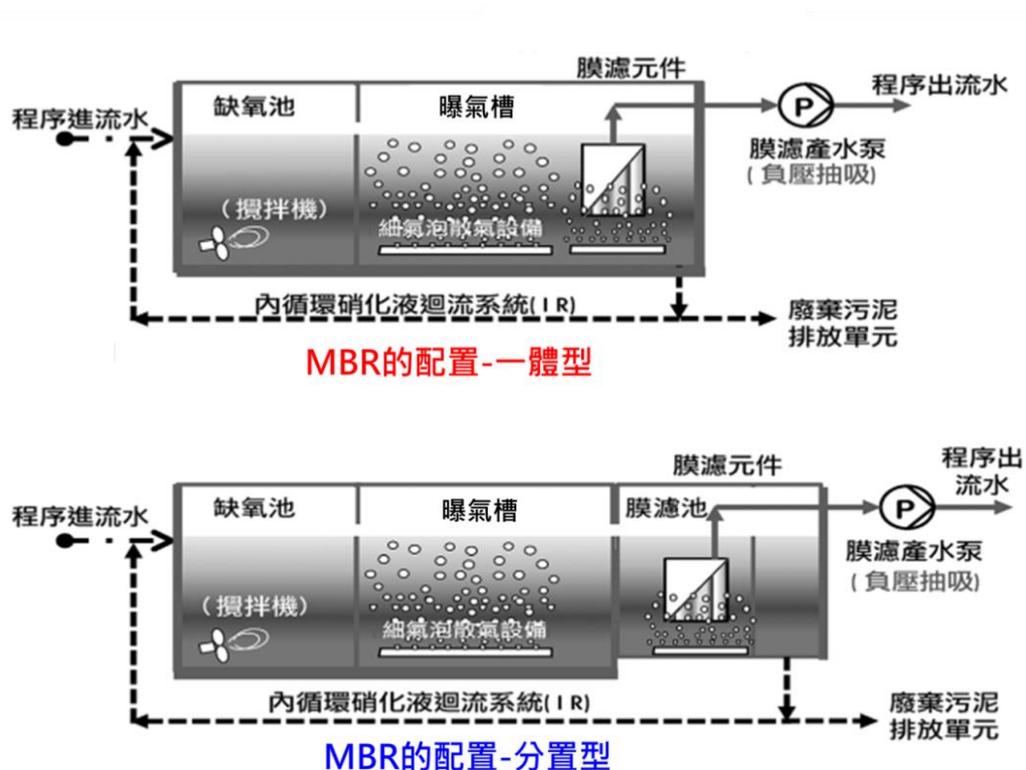


圖 3-11. 薄膜生物反應器¹⁴

3. 流動床生物處理法 (Moving Bed Biofilm Reactor; MBBR)：屬活性污泥法之應用 (參圖 3-12)，使用數千個生物膜載體 (例如，塑膠球等) 以保護用來分解廢水中污

¹⁴ 科學園區水資源管理的挑戰與作為
10806_chapter11.pdf (cie.org.tw)

染物的細菌，而擴散器網可產生所需的空氣以有效地在整個槽池中散佈生物膜載體，同時提供必要的通氣以利生物膜生長，裝置設計上可更為精巧，能配合任何大小的廠房進行調整。

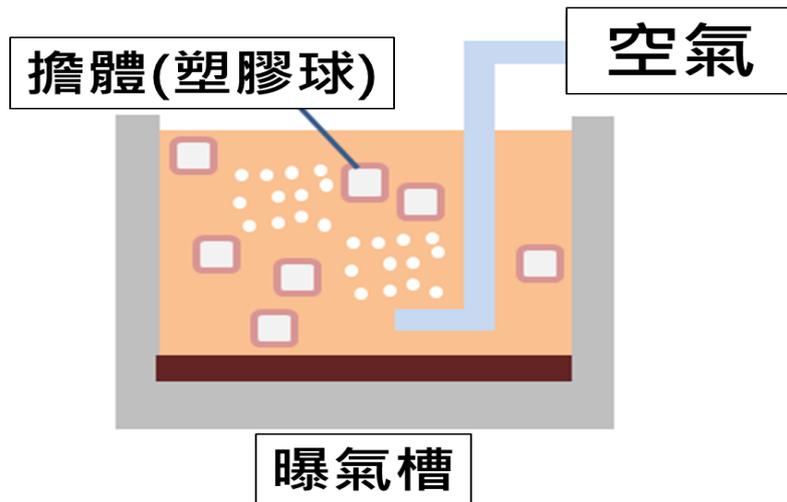


圖 3-12. 流動床生物處理法

4. 上流式厭氧污泥床反應器 (Up-Flow Anaerobic Sludge Blanket ; UASB)：主要透過厭氧性微生物將有機物分解成甲烷及二氧化碳 (有機物 \rightarrow CH₄ + CO₂)。如圖 3-13 所示，UASB 通常包含進水分配器、直立式的槽體 (廢水由下進上出) 及氣-液-固三相分離器，廢水由進水分配器進入反應槽後，透過厭氧菌將廢水中有機物分解成甲烷及二氧化碳，再透過三相分離器將污泥截留在反應器內，屬最常使用的厭氧性微生物反應器之一。

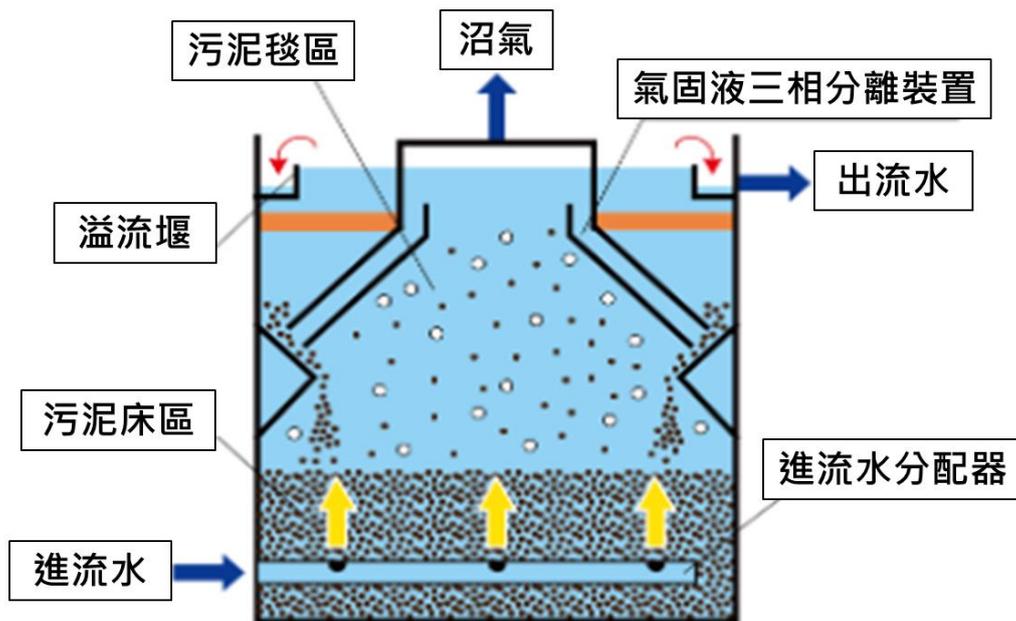


圖 3-13. 上流式厭氧污泥床反應器¹⁵

(四) 其他相關技術

工業上可應用於廢水處理及水資源再生的其他週邊相關技術為數眾多，常見的方式如氣提或洗滌塔相關技術、控制/監控或偵測及裝置、製程裝置構件之改良等，概述如下：

1. 氣提法 (Stripping)：氣提法用於處理回收高濃度氨氮廢水是最理想的方法之一，如圖 3-14 所示，主要利用蒸汽直接噴入洗滌塔中與廢水接觸，從而在塔頂帶出其中的氨（利用高溫、低壓及控制高 PH 條件下，以氣提或脫氣膜將氨吹出），再透過冷凝形成高濃度與純度之氨水，以降低原水中之氨氮濃度。

¹⁵ 創新水科技研發服務網-什麼是生物處理?
https://www.itriwater.org.tw/Forum/article_more?id=37

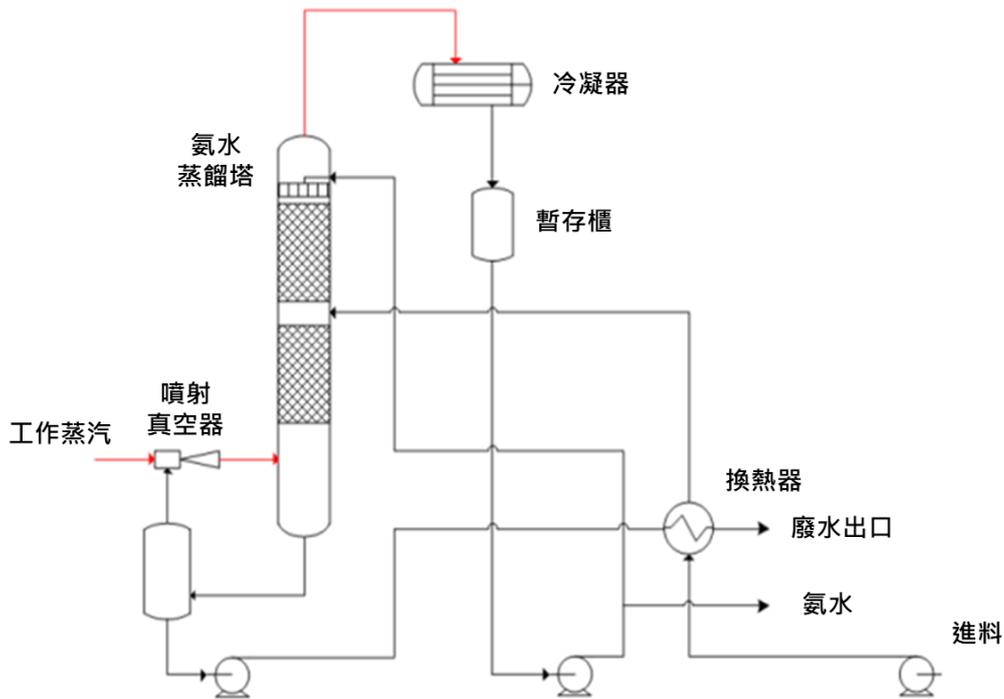


圖 3-14. 高濃度含氮廢水處理¹⁶

2. 控制、監控或偵測：自動監控技術，使用呼吸儀法、電化學法、重鉻酸鉀法或高溫氧化等方法，量測 COD、BOD 或 TOC 等重要的水質參數，可實現利用有限的人力而達到廢水處理系統的自動化與最佳化，提升系統之穩定性、處理效率及綜合效益。對生物處理系統而言，可維持微生物系統的穩定功能，並可減少曝氣動力消耗，對化學處理系統而言，可在最低加藥量下達到有效之污染物去除率，降低操作成本。更進一步來說，針對異常排放，可作出緊急應變處置，避免放流水污染環境。近年來，由於 AI 相關技術的蓬勃發展，亦有業者試著將 AI 技術導入污水處理系統，

¹⁶ [新世代生活污水處理技術\(ftis.org.tw\)](http://ftis.org.tw)

對於廢水監控、偵測或處理效率可望具有很大的改善，後續發展應屬可期。

3. 裝置、構件之改良：半導體廠廢水回收相關之裝置或構件改良，往往見於無塵室之製程設備內，舉例來說，參照圖 3-15（中華民國專利第 TW I605315 號）之浸潤式曝光裝置，其具備第 1 及第 2 回收構件（23、24），其具有接近基板（P）表面配置之回收口（23A、24A）；以及第 1 及第 2 液體回收部（21、22），係分別透過具有流路之回收管（21A、22A）連接於該第 1 及第 2 回收構件。第 1 及第 2 液體回收部具備例如真空泵等真空系統（吸引裝置）、氣液分離器以及用以儲存所回收液體 1 之儲液槽等，透過第 1、2 回收構件及回收管來回收基板上之液體（例如，水等）。

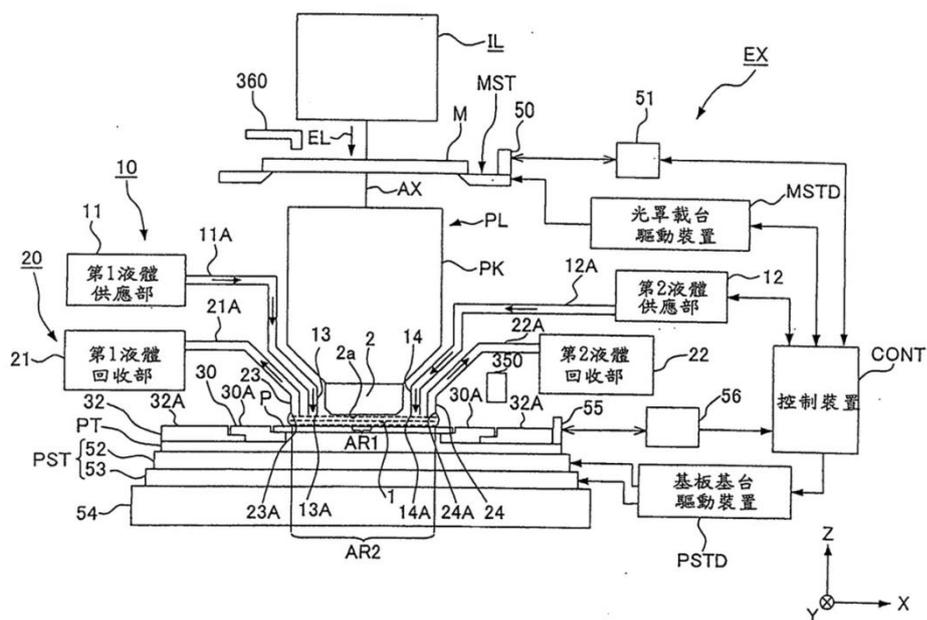


圖 3-15. 曝光裝置之構件改良

二、IPC 分類號

專案小組藉由「地毯式掃瞄」、「檢索統計(GPSS)」、「WIPO 綠色目錄」、「日本綠色轉型技術目錄(GXTI)」及「(ChatGPT 等 AI 工具)」等方式，搜尋並羅列與「廢水處理及水資源再生」之相關 IPC 分類號（詳見表.3-1）。另外，參酌檢索統計(GPSS)的結果¹⁷，得知四階 IPC 分類號 **C02F**（水、廢水、污水或污泥之處理）、**B01D**（分離）、**H01L**（半導體裝置；其他類目不包括的電固體裝置）、**B01J**（化學或物理方法，例如：催化作用或膠體化學；其有關設備）、**B24B**（用於磨削或拋光之機床、裝置或工藝；磨具磨損表面之修理或調節；磨削，拋光劑或研光劑之進給）及 **G03F**（圖紋面之照相製版工藝，如印刷工藝，半導體裝置之加工工藝）等，與廢水處理及水資源再生相關程度較高，建議檢索相關專利技術時，可優先參考使用上述 C02F、B01D、H01L、B01J、B24B 或 G03F 等分類號，或可提高檢索之準確率。

¹⁷ GPSS-檢索條件/結果(1433 筆)：(((水[-3,3]回收 or H2O[-3,3]回收)) AND (半導體)) OR ((工業技術研究院)@PA AND (水[-5,5]處理) AND (生物)) AND ID=:20240115。

表 3-1. 與廢水處理及水資源再生技術相關之 IPC 分類號

IPC(三階)	地毯式掃描	檢索統計(GPSS)	WIPO綠色目錄	日本GXTI	ChatGPT	說明
C02F	V	V	V	V	V	水、廢水、污水或污泥之處理
H01L	V	V			V	半導體裝置；其他類目不包括的電固體裝置
B01D	V	V			V	分離
G03F		V				圖紋面之照相製版工藝，如印刷工藝，半導體裝置之加工工藝；其所用材料；其所用原版；其所專用設備
B01J	V	V			V	化學或物理方法，例如：催化作用或膠體化學；其有關設備
B08B	V	V			V	一般清潔；一般污垢之防除
B24B	V	V				用於磨削或拋光之機床、裝置或工藝；磨具磨損表面之修理或調節；磨削，拋光劑或研光劑之進給
C01B		V				非金屬元素；其化合物
B05C		V				一般對表面塗布液體或其他流體之裝置
B04B	V					離心機
C25D	V	V				覆層之電解或電泳生產之工藝方法；電鑄；以電解法連接工件；其所用裝置
B63J	V		V			船上輔助設備
C25B	V				V	生產化合物或非金屬之電解工藝或電泳工藝；其所用的設備
E03B						取水、集水或配水之裝置或方法
E03C	V		V			乾淨水或廢水之戶內衛生管道裝置；洗滌盆
E03F	V		V			下水道；污水井
G01N					V	借助於測定材料之化學或物理性質用以測試或分析材料

三、檢索策略、結果與資料整理

專案小組藉由「廢水處理及水資源再生」之相關技術與 IPC 分類號，搭配技術領域、手段或目的等關鍵字，作為檢索策略，於「Derwent Innovation (DI)」及「Global Patent Search System (GPSS)」資料庫進行檢索，以人工之方式篩選、整理檢索結果後，進行分析。

(一)檢索策略

如表 3-2、3-3 及 3-4 所示，本專案將「廢水處理及水資源再生」相關之技術、IPC 分類號，搭配技術領域或目的等關鍵字作交

集 (and)，擬定 3 組檢索條件 (或稱檢索式；S1、S2 及 S3)。

表 3-2. 檢索條件(S1)

	相對應的檢索式(Derwent DI)
關鍵字 1 (技術領域)	Semiconductor or Wafer or (PCB or PWB) or TFT* or (LED* or (Light NEAR3 Emitt*)) or (Solar NEAR3 Cell*)
關鍵字 2 (方向)	((Chemical NEAR3 Mechanical NEAR3 Polish*) or "CMP") or ((Extreme NEAR3 Ultraviolet NEAR3 Lithography) or EUV or EUVL or (Immersion NEAR3 Lithography)) or ((Wafer NEAR3 Dic*) or (Wafer NEAR3 Grind*)) or ((Wet NEAR3 Etch*) or (Wet NEAR3 Bench) or (Wet NEAR3 Clean*)) or (Spin NEAR3 Coat*) or ((Electro NEAR3 chemical NEAR3 plat*) or ECP) or (System NEAR3 Cool*) or Scrubber
關鍵字 3 (目的)	(Water NEAR3 Recycl*) or ("H2O" NEAR3 Recycl*) or (Water NEAR3 Reclaim*) or ("H2O" NEAR3 Reclaim*) or (Water NEAR3 Recover*) or ("H2O" NEAR3 Recover*)
IPC	C02F or H01L or B01D or G03F or B01J or B08B or B24B or C01B or B05C or B04B or C25D or B63J or C25B or E03B or E03C or E03F or G01N

表 3-3. 檢索條件(S2)

	相對應的檢索式(Derwent DI)
關鍵字 1 (技術領域)	Semiconductor or Wafer or (PCB or PWB) or TFT* or (LED* or (Light NEAR3 Emitt*)) or (Solar NEAR3 Cell*)
關鍵字 2 (方向)	Sludge or Sewage or (Waste NEAR3 Water) or (Liquid NEAR3 Waste) or Scrubber or (Ultra NEAR3 Pure NEAR3 Water) or ((Air NEAR3 Condition*) or Scrubber) or Desalination or (Rain NEAR3 Water)
關鍵字 3 (目的)	(Water NEAR3 Recycl*) or ("H2O" NEAR3 Recycl*) or (Water NEAR3 Reclaim*) or ("H2O" NEAR3 Reclaim*) or (Water NEAR3 Recover*) or ("H2O" NEAR3 Recover*)

技術	(Evaporation or Evaporation) or (((Micro NEAR3 Filtration) or ("MF")) or ((Ultra NEAR3 Filtration) or ("UF")) or ((Nano NEAR3 Filtration) or ("NF"))) or (Piezoelectric NEAR3 Film NEAR3 Filter) or (Centrifug*) or ((Reverse NEAR3 Osmosis) or ("RO") or ("HERO")) or ((Membrane NEAR3 Distillation) or ("MD")) or (Magnetic NEAR3 Adsorption) or (Active NEAR3 Carbon NEAR3 Adsorption) or (Stripping) or ((Advanced NEAR3 Oxidation NEAR3 Process*) or ("AOPs")) or ((Ozone NEAR3 Oxidation) or (Trioxigen NEAR3 Oxidation) or ("O3" NEAR3 Oxidation) or (UV NEAR3 Oxidation)) or (Coagulation or Sedimentation or Precipitation) or ((Salt* NEAR3 Out) or Desalinat*) or (Ion NEAR3 Exchange) or ((Electro NEAR3 Deionization) or ("EDI")) or ((Fluidized NEAR3 Bed NEAR3 Crystallization) or ("FBC")) or (Electrolysis or Electrowinning) or ((Electro NEAR3 Dialysis) or ("ED")) or (Catalyst) or (Biological NEAR3 Aerobe NEAR3 Treatment) or ((Activated NEAR3 Sludge) or ("AS")) or ((Membrane NEAR3 Bio NEAR3 Reactor) or ("MBR")) or ((Moving NEAR3 Bed NEAR3 Biofilm NEAR3 Reactor) or ("MBBR")) or (Biological NEAR3 Anaerobe NEAR3 Treatment) or ((Up NEAR3 Flow NEAR3 Anaerobic NEAR3 Sludge NEAR3 Blanket) or ("UASB"))
----	---

表 3-4. 檢索條件(S3)

	相對應的檢索式(GPSS)
關鍵字	((水[-3,3]回收 or H2O[-3,3]回收)) AND (半導體)) OR ((工業技術研究院)@PA AND (水[-5,5]處理) AND (生物)) AND ID=:20240115

(二)檢索結果與資料整理

本專案將上述檢索策略 S1、S2 為聯集 (or)，於「Derwent Innovation (DI)」資料庫進行檢索¹⁸；及檢索策略 S3「GPSS」資料

¹⁸檢索條件(S1、S2 為聯集)/檢索結果(16159 案)-(ALL=(Semiconductor or Wafer or (PCB or

庫進行檢索¹⁹，截至 2023 年底所有公開（告）案件共計 17,592 案，業經人工篩選出與半導體相關之廢水處理及水資源再生技術的專利，約有 3,860 案，可作為資料分析的母體，基本資訊見下表 3-5。

PWB) or TFT* or (LED* or (Light NEAR3 Emitt*)) or (Solar NEAR3 Cell*) or((Chemical NEAR3 Mechanical NEAR3 Polish*) or "CMP") or ((Extreme NEAR3 Ultraviolet NEAR3 Lithography) or EUV or EUVL or (Immersion NEAR3 Lithography)) or ((Wafer NEAR3 Dic*) or (Wafer NEAR3 Grind*)) or ((Wet NEAR3 Etch*) or (Wet NEAR3 Bench) or (Wet NEAR3 Clean*)) or (Spin NEAR3 Coat*) or ((Electro NEAR3 chemical NEAR3 plat*) or ECP) or (System NEAR3 Cool*) or Scrubber) AND ALLD=((Water NEAR3 Recycl*) or ("H2O" NEAR3 Recycl*) or (Water NEAR3 Reclaim*) or ("H2O" NEAR3 Reclaim*) or (Water NEAR3 Recover*) or ("H2O" NEAR3 Recover*)) AND IC=(CO2F or H01L or B01D or G03F or B01J or B08B or B24B or C01B or B05C or B04B or C25D or B63J or C25B or E03B or E03C or E03F or G01N) AND AY<=(2024)) or (ALL=(Semiconductor or Wafer or (PCB or PWB) or TFT* or (LED* or (Light NEAR3 Emitt*)) or (Solar NEAR3 Cell*)) AND ALL=(Sludge or Sewage or (Waste NEAR3 Water) or (Liquid NEAR3 Waste) or Scrubber or (Ultra NEAR3 Pure NEAR3 Water) or ((Air NEAR3 Condition*) or Scrubber) or Desalination or (Rain NEAR3 Water)) AND ALLD=((Water NEAR3 Recycl*) or ("H2O" NEAR3 Recycl*) or (Water NEAR3 Reclaim*) or ("H2O" NEAR3 Reclaim*) or (Water NEAR3 Recover*) or ("H2O" NEAR3 Recover*)) AND ALL=((Evaporation or Evaporation) or (((Micro NEAR3 Filtration) or ("MF")) or ((Ultra NEAR3 Filtration) or ("UF")) or ((Nano NEAR3 Filtration) or ("NF")))) or (Piezoelectric NEAR3 Film NEAR3 Filter) or (Centrifug*) or ((Reverse NEAR3 Osmosis) or ("RO") or ("HERO")) or ((Membrane NEAR3 Distillation) or ("MD")) or (Magnetic NEAR3 Adsorption) or (Active NEAR3 Carbon NEAR3 Adsorption) or (Stripping) or ((Advanced NEAR3 Oxidation NEAR3 Process*) or ("AOPs")) or ((Ozone NEAR3 Oxidation) or (Trioxxygen NEAR3 Oxidation) or ("O3" NEAR3 Oxidation) or (UV NEAR3 Oxidation)) or (Coagulation or Sedimentation or Precipitation) or ((Salt* NEAR3 Out) or Desalinat*) or (Ion NEAR3 Exchange) or ((Electro NEAR3 Deionization) or ("EDI")) or ((Fluidized NEAR3 Bed NEAR3 Crystallization) or ("FBC")) or (Electrolysis or Electrowinning) or ((Electro NEAR3 Dialysis) or ("ED")) or (Catalyst) or (Biological NEAR3 Aerobe NEAR3 Treatment) or ((Activated NEAR3 Sludge) or ("AS")) or ((Membrane NEAR3 Bio NEAR3 Reactor) or ("MBR")) or ((Moving NEAR3 Bed NEAR3 Biofilm NEAR3 Reactor) or ("MBBR")) or (Biological NEAR3 Anaerobe NEAR3 Treatment) or ((Up NEAR3 Flow NEAR3 Anaerobic NEAR3 Sludge NEAR3 Blanket) or ("UASB")))) AND AY<=(2024));

¹⁹檢索條件(S3)/檢索結果(1433 案)-(((水[-3,3]回收 or H2O[-3,3]回收)) AND (半導體)) OR ((工業技術研究院)@PA AND (水[-5,5]處理) AND (生物)) AND ID=:20240115;

表 3-5. 專利檢索的基本資訊

廢水處理及水資源再生(半導體相關領域)	
資料庫	Derwent Innovation(DI)、GPSS
檢索區域	全球專利資料
檢索期間	1900年~2024年1月公開(告)
檢索結果	17,592 案
人工篩選	17,592 案→3,860 案
備註: 相同專利家族之案件統計上為一專利案(1 案)	

四、專利綜合分析

本章節將與半導體相關之「廢水處理及水資源再生」技術之專利案（約 3,860 案）進行專利分析，內容包含：「全球專利申請趨勢」、「生命週期分析」、「全球前十大申請國家/地區統計」、「全球前十大申請國家/地區專利申請趨勢」、「主要申請國之第一申請人類型」、「全球前二十大申請人統計」、「全球前二十大申請人專利申請趨勢」及「主要國家/地區之專利布局」。

(一)全球專利申請趨勢

圖 3-16 顯示為與半導體產業相關之「廢水處理及水資源再生」技術的歷年專利申請趨勢。由圖可見，1900~1970 年專利案量極為稀少；之後 1970~2023 年間，專利申請趨勢有所消長，推測可能與國際重大事件、全球性環境議題，或各國制度變革有關，例如：水

資源危機（1970 年；聯合國警示）、全球氣候變遷及半導體產業蓬勃發展（1990 年）、京都議定書（1997 年）、京都議定書強制生效（2005 年）、巴黎協定（2016 年），及聯合國-水資源行動議程（2023 年）等，故以下內容亦將上述重大事件、全球性環境議題，或各國制度變革等因素納入專利申請趨勢圖進行分析及探討。此外，2022 及 2023 年之數量略為減少，原因之一可能為尚有專利申請案未公開或公告。

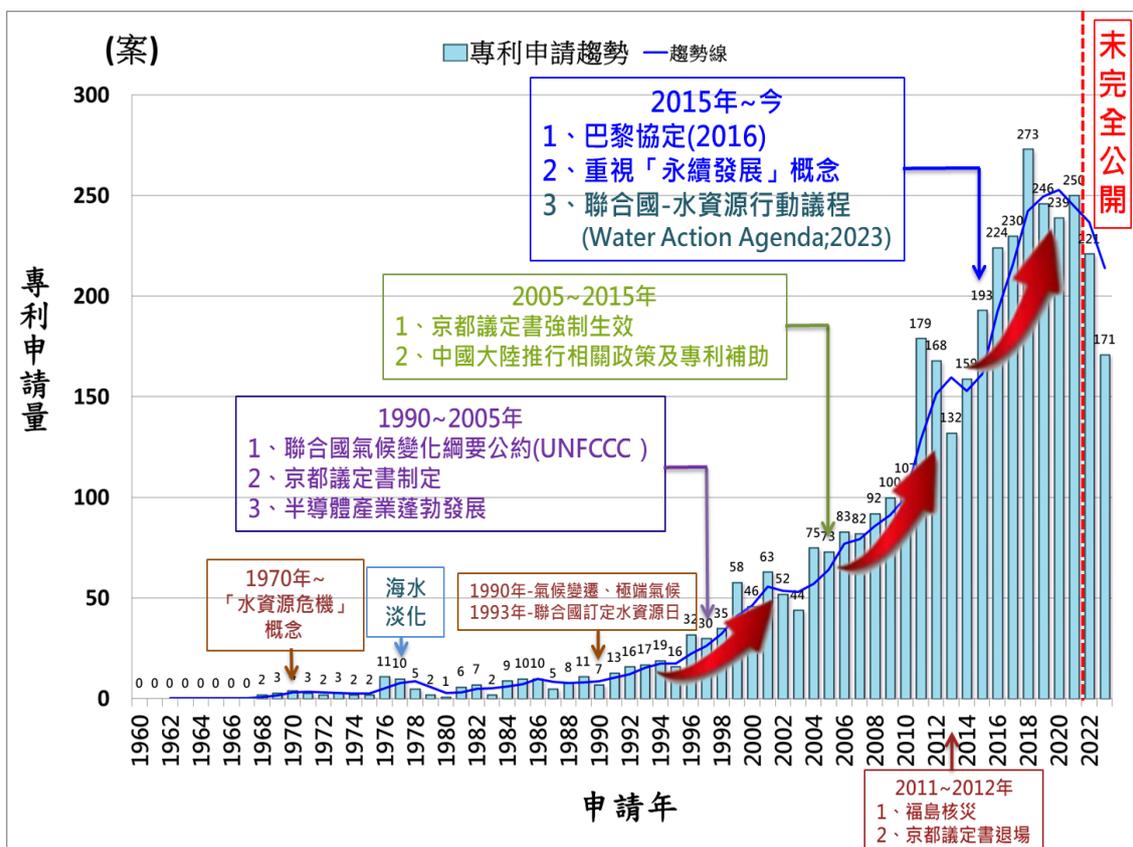


圖 3-16. 全球歷年專利申請趨勢

半導體產業相關之「廢水處理及水資源再生」技術，全球歷年專利申請趨勢分析如下：

1. **水資源危機（1970 年）~半導體產業蓬勃發展（1990 年）**：1970 年之前，有關廢水處理及水資源再生之專利案極為少量，此情況在聯合國向全球警示「在石油危機之後，下一個危機是水²⁰」後，專利之申請就有變化。其原因之一可能為聯合國的警示，使得水資源的重要性得到重視，並帶動產業界開始有關上述技術的發展與應用（例如，薄膜分離、離子交換或海水淡化等），這個時期的專利申請案量平均約為 6 案/年。
2. **半導體產業蓬勃發展（1990 年）~京都議定書強制生效（2005 年）**：90 年代是個重要時期，半導體產業（包含晶圓、記憶體、光電元件之設計與製造等）在這個時期蓬勃發展，促使全球更進一步地工業化，雖然帶給人類更便利的生活，但也產生負面的影響，例如用水/電量的暴增、產生大量的工業廢水以及碳排放增加等，而加劇全球氣候變遷、極端氣候的現象。因此，聯合國於 1992 年通過「聯合國氣候變化綱要公約」（United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC），之後該等締約國於 1997 年制定京都議定書，更使得全球產業及學術/研究機

²⁰ 時報資訊：《國際經濟》全球水危機 資源戰一觸即發
<https://tw.stock.yahoo.com/news>

構（下稱學研機構）更加重視水資源的相關議題，而這個時期的專利申請案量平均約為 35 案/年，約為前個時期申請量的 5.8 倍。

3. **京都議定書強制生效（2005 年）~巴黎協定制定（2015）：**

2005 年 2 月 16 日，京都議定書強制生效，更多國家投入環境保護的行列，中國大陸亦為其中之一。此外，由於中國大陸民生或是工業的水資源需求量大增，其制定相關法案及推行水資源管理政策，亦提供專利申請之補助，故這個時期的專利申請量成長非常明顯，平均申請案量約為 125 案/年，約為前個時期申請量的 3.6 倍。

4. **巴黎協定生效（2016）~今（統計至 2023）：**2015 年 12 月

12 日，由聯合國 195 個成員國（包括觀察員巴勒斯坦國及聖座）於聯合國氣候峰會中通過的巴黎協定（Paris Agreement），其目的係取代京都議定書，期望能共同遏阻全球暖化趨勢，並於 2016 年 11 月 4 日生效²¹，除了減碳等相關環保議題在京都議定書退場後又開始被重視之外，永續發展與循環經濟的概念亦成為各國企業、學研機構的研究方向，其中，廢水處理及水資源再生即為重點項目之

²¹ 維基百科:巴黎協定

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%B7%B4%E9%BB%8E%E5%8D%94%E5%AE%9A>

一。舉例來說，2015 年起，台積電與國內廠商合作開發水資源相關處理技術，包含電鍍、蝕刻及研磨等製程的廢水處理，打造我國第一座民營再生水廠，回收處理工業廢水，未來最高每天可供應 2 萬噸水量²²，而在其努力之下，不僅在節水、回收處理技術上已是國際半導體產業的先驅，更成功完成「一滴水用 3.5 次」的高效益，而由於全球各大企業近年來對於水資源的重視，致使這個時期的專利申請亦有顯著地成長，平均申請案量約為 232 案/年，較上一個時期成長約 1.9 倍。此外，聯合國水資源大會（2023 UN Water Conference），3 月 24 日在紐約落幕，大會達成水是全球公共財的共識，任命新的聯合國水資源特使，成立新的聯合國水科學小組，以及排定最受矚目的「水資源行動議程」（Water Action Agenda；WAA），集結了政府、企業和非營利組織提出的近 700 項水資源承諾²³，相信在不久的未來，對「廢水處理及水資源再生」技術之研發及專利申請而言，將有正面且積極的影響。

²² 台積電將開全球之先 可望把再生水導入製程
<https://ec.ltn.com.tw/article/breakingnews/3450451>

²³ SDGs、巴黎協定後，最需要追蹤的聯合國「水資源行動議程 WAA」是什麼？為何影響全球供應鏈的水韌性？
<https://csr.cw.com.tw/article/43084>

總結上述分析，從 1970 年代開始，水資源危機的警示和聯合國氣候變化綱要公約的通過，導致了廢水處理及水資源再生技術的發展和應用。隨著半導體產業的蓬勃發展和京都議定書的強制生效，專利申請案量的成長明顯，而巴黎協定生效後，廢水處理及水資源再生技術更成為重點項目之一，全球企業和學研機構的研究方向也轉向循環經濟和永續發展，專利申請案量繼續增加，近 10 年（2015~ 2023 年）之平均申請量相較巴黎協定生效前（1990~2014 年），申請量成長達約 3.4 倍，足見半導體產業的發展和環境保護的需求共同推動了廢水處理及水資源再生技術的進步和應用。

(二)生命週期分析

專利技術生命週期分析是依據專利申請量與申請人數隨時間之消長，作為預測專利技術未來發展之興衰指標，如圖 3-17 所示，大致上可區分為萌芽期、發展期、成熟期、衰退期及復甦期²⁴。

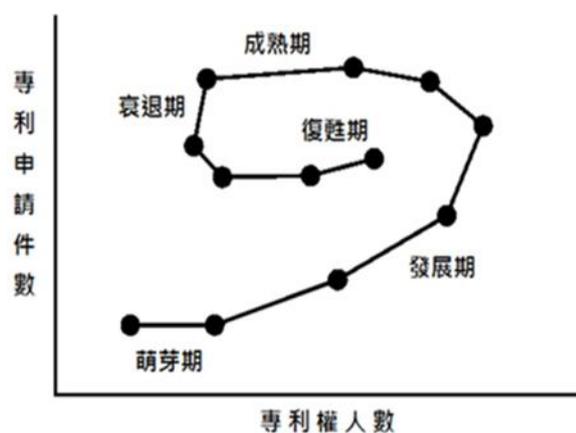


圖3-17. 專利技術生命週期示意圖

²⁴ 專利分析應用於先進用路人資訊系統技術發展預測之研究
周采潔 (2013)，淡江大學運輸管理學系運輸科學碩士論文

以「廢水處理及水資源再生」相關之專利案（約 3,860 案）進行生命週期分析，如圖 3-18 所示。由於專利有自申請日起 18 個月後公開的閉鎖期，因此僅擷取申請年在 2022 年以前之專利案進行統計分析，詳述如下：

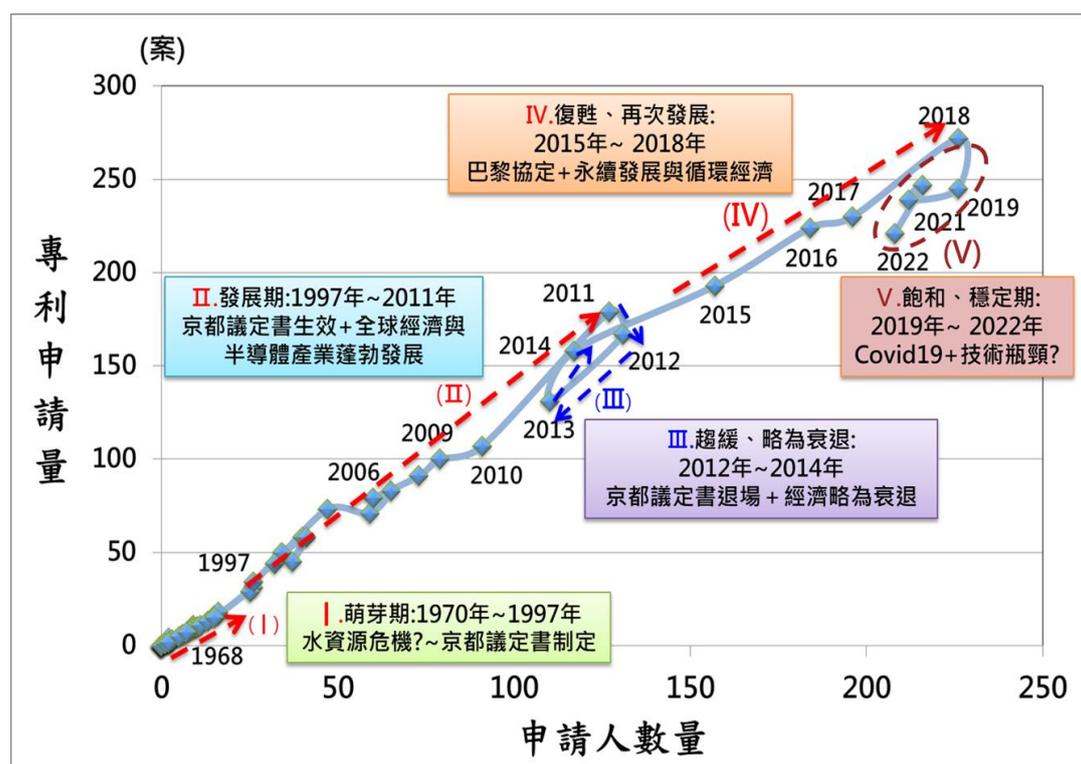


圖 3-18. 「廢水處理及水資源再生」之專利技術生命週期

1. 1970~1997 年，為萌芽期階段：石油危機後，聯合國警示下次全球性物資匱乏可能是水資源，這個階段「廢水處理及水資源再生」技術剛起步（薄膜分離或離子交換等技術較為常見），各企業與學研機構投入技術研發意願較低或技術門檻較高，此時專利申請量與申請人數雖然較少，然卻有緩慢成長之趨勢。

2. **1997~2011 年，為發展期階段：**全球經濟與半導體產業蓬勃發展，且在京都議定書通過/生效後，全球產業及學研機構更是投入資金研發與布局專利，專利申請量與申請人數皆明顯上升，新的企業亦持續投入研發且產出之專利數量也持續增加。
3. **2012~2014 年，為發展趨緩、略為衰退階段：**京都議定書退場至巴黎協定制定之間的過渡期，專利申請量及申請人數皆略微減少。
4. **2015~2018 年，為復甦、再發展階段：**專利申請量與申請人數快速成長，開啟新的循環，表示廢水處理及水資源再生技術相關產業技術有所突破或市場的新需求出現促使企業再度投入資源，其與巴黎協定下，全球「永續發展與循環經濟」相關概念成為技術研發之重點項目有關。
5. **2019~2023 年，為飽和、穩定發展階段：**2019 年，嚴重特殊傳染性肺炎（COVID-19）引發大流行疫情，對全球經濟造成重大的影響，此時專利申請量略為減少，但申請人數量近乎持平，其顯示該項技術市場可能已呈飽合，且申請人申請意願更趨於保守。然而，在極端氣候影響下，水資源的重要性與日俱增，且近年聯合國水資源大會排定「水

資源行動議程」(Water Action Agenda ; WAA)，集結了政府、企業和非營利組織提出的近 700 項水資源承諾，有關廢水處理及水資源再生技術的專利申請量仍有可能再向上衝出另一波高峰。

總結上述分析，廢水處理及水資源再生技術的發展歷程可以分為五個階段：萌芽期（1970~1997）、發展期（1997~2011）、發展趨緩期（2012~2014）、復甦期（2015~2018）和飽和期（2019~2023）。這五個階段反映了水資源危機的警示、京都議定書的通過、巴黎協定的制定、COVID-19 疫情的影響和全球氣候變遷的加劇等因素對廢水處理及水資源再生技術的影響。整體而言，申請人數量與專利申請量為呈現正比向上之趨勢，顯示廢水處理及水資源再生相關技術仍在發展階段，相關技術近年來似乎出現瓶頸而有待突破，然而由於水資源的重要性仍不斷增加，未來專利申請量仍可能受到氣候影響及全球政策的推動而再次上升。

(三)全球前十大申請國家/地區統計

如圖 3-19 所示為有關「廢水處理及水資源再生」技術之全球專利主要分布地區概況，而全球前十大申請國家/地區之統計，排序如下表：

1	中國大陸	2217 案，占比約為 57.4%
2	日本	755 案，占比約為 19.6%
3	美國	222 案，占比約為 5.8%
4	中華民國	222 案，占比約為 5.8%
5	韓國	99 案，占比約為 2.6%
6	德國	87 案，占比約為 2.3%
7	法國	63 案，占比約為 1.6%
8	瑞典	22 案，占比約為 0.6%
9	WO	20 案，占比約為 0.5%
10	EPO	18 案，占比約為 0.5%

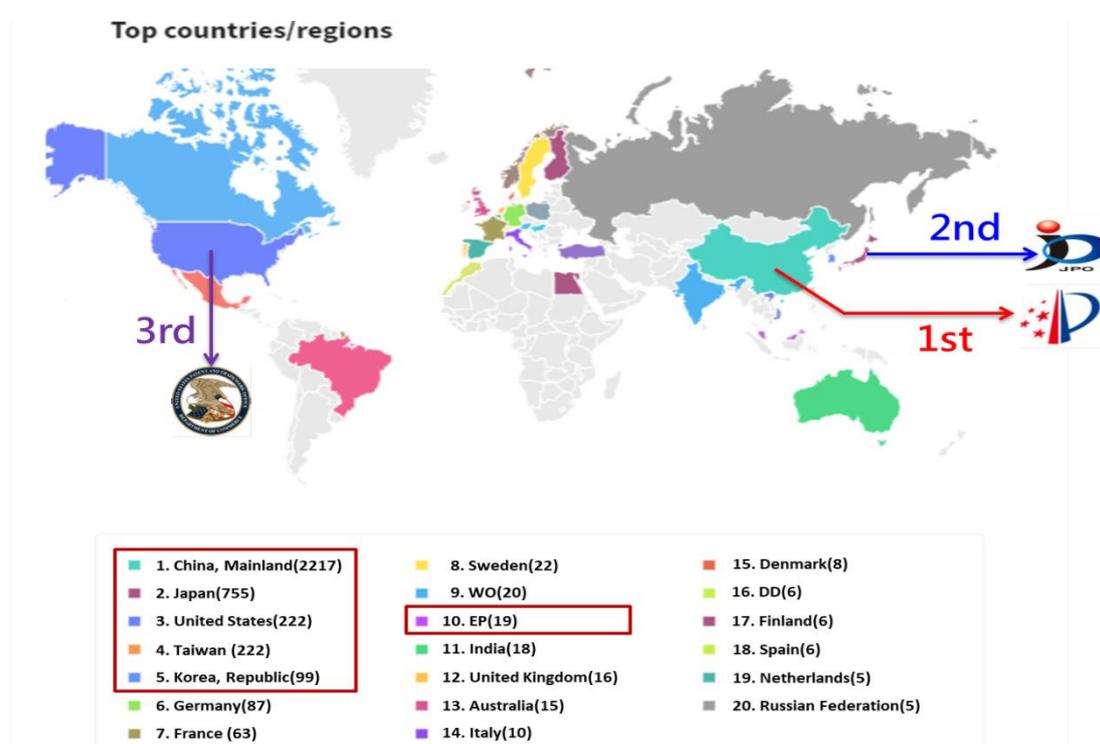


圖 3-19. 全球專利主要分布概況

五大專利局（美、日、歐、中國大陸及韓國）與中華民國，其有關「廢水處理及水資源再生」技術之專利申請量包辦全球排名的前五，占比約為 91.6%（參圖 3-20）。就區域分布來看，以亞洲區域之國家為多數，中國大陸、日本、中華民國及韓國之專利申請量

合計共約 85.3%，應與近年來基礎工業、半導體製造等產業於亞洲國家高度發展有關。至於歐、美及其他國家之申請量相對較少，約占 14.7%的專利申請量。

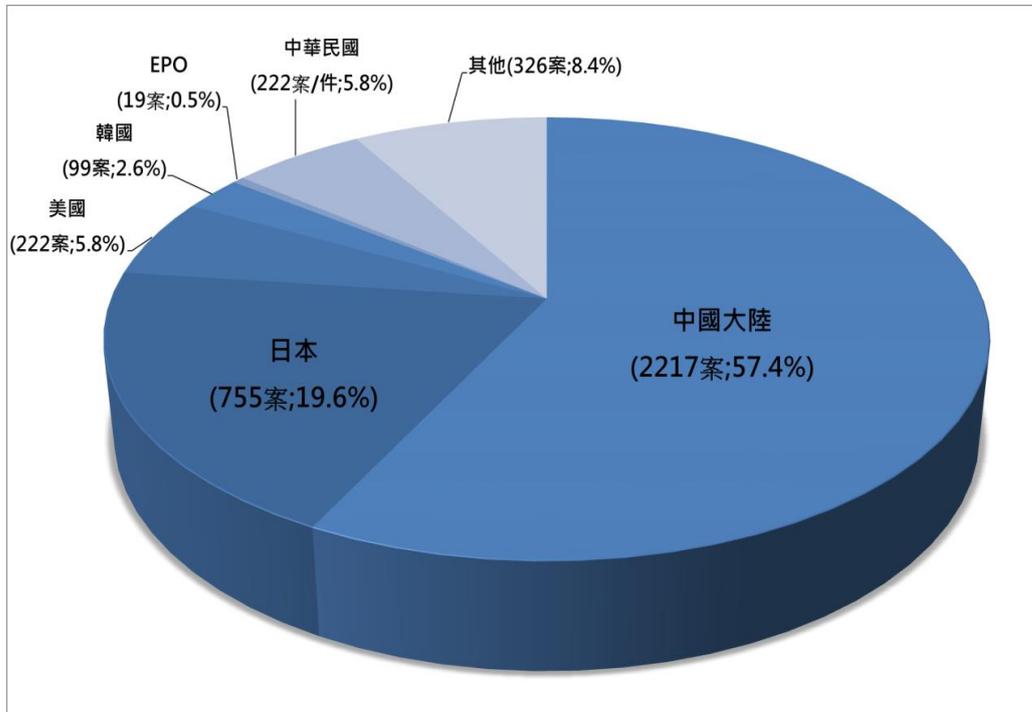


圖 3-20. 全球有關廢水處理及水資源再生之專利申請量比例

(四)全球前十大申請國家/地區專利申請趨勢

圖 3-21 所示為 1960 年至 2023 年之間，全球前十大申請國家/地區有關「廢水處理及水資源再生」技術之專利歷年申請案量變化，藉此可了解各國專利發展趨勢。

由全球前十大申請國家/地區申請案量的趨勢可發現，美國、歐洲各國及日本等國家/地區，廢水處理及水資源再生相關技術之起步較早，由於該些區域大多具有大型淨水或製作相關材料（薄膜）公

司，自聯合國警示-水資源危機後，就開始發展技術並申請專利，例如，日本栗田工業株式會社（KURITA WATER INDUSTRIES）、奧璐佳璫股份有限公司（ORGANO）等大型水處理相關企業，其於70~80年代就開始發展相關技術並申請專利，至今仍有不錯的表現，長期看來，上述國家/地區之申請量除日本外，雖無明顯增加趨勢，但仍在持續發展中。

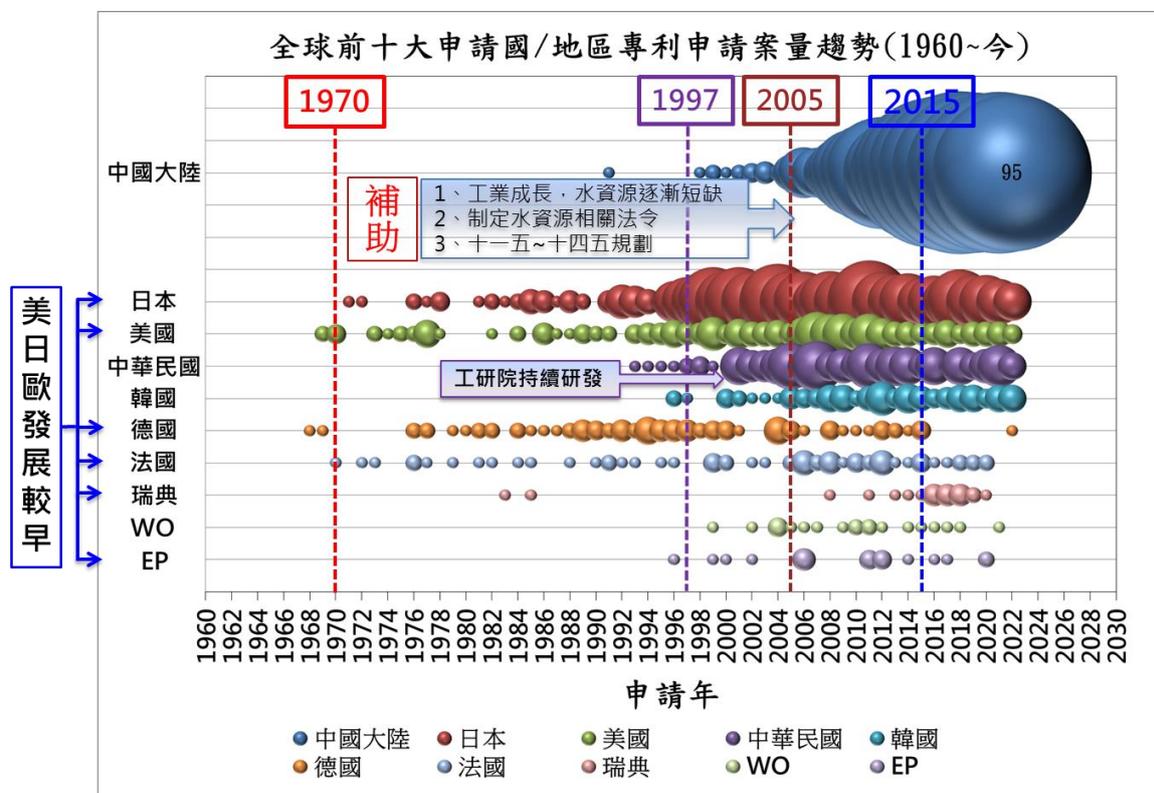


圖 3-21. 全球前十大申請國家/地區專利申請趨勢

進一步分析可發現，亞洲國家（尤其是中國大陸、南韓及中華民國）之廢水處理及水資源再生相關技術發展則相對較晚，較明顯的申請量見於 1997 年（京都議定書通過）前後。以中國大陸的情況而論，1970~2005 年期間，其為零星的專利申請，然而，在其國家

政策的鼓勵或補助下，申請量於 2005~2023 年爆發性地成長（相較 2005 年前，年平均成長約 145 倍）。此外，我國廢水處理及水資源再生相關技術之專利申請量主要於 2000 年左右有明顯增加之態勢，主要原因之一為我國為全球半導體製造生產大國，有著完善的產業鏈及優良的企業文化，帶動產學合作為研發，例如，我國工業技術研究院長期持續與業界合作開發新技術或為技術移轉，專利申請至今仍有亮眼的表現。

總結上述，1960 年至 2023 年之間，美國、歐洲各國和日本等國家/地區自聯合國警示水資源危機後，開始發展廢水處理及水資源再生相關技術並申請專利。亞洲國家（尤其是中國大陸、韓國和我國）之發展則相對較晚，但在京都議定書通過後和國家政策的鼓勵下，申請量於 2005~2023 年爆發性地成長。整體觀之，全球廢水處理及水資源再生技術之發展趨勢主要受到聯合國警示、京都議定書和國家政策的影響，各國的專利申請量和技術發展速度不同，早期已開發國家在技術積累和申請量上處於領先地位，而新興國家則在近年來逐漸加快了技術研發和專利申請的步伐，兩者都在加速廢水處理及水資源再生技術的進步。

(五)主要申請國之第一申請人類型

針對全球 5 大主要申請國（中國大陸、美國、日本、韓國及中華民國），為第一申請人²⁵類型分析，如圖 3-22 所示。整體來看，五大申請國申請人總數約為 2,280 個，其中，公司（私法人）約為 1,772 個（占 77.7%）、學研機構約為 196 個（占 8.6%）、自然人約為 312 案（占 13.7%），公司型態的申請人占了絕大多部分的比例，而學研機構型態的申請人最少。

中國大陸、日本與美國之第一申請人類型比例與整體平均類似，公司態樣的申請人占大部分的比例（分別為 80.4%、75.8%與 77.2%），其次為自然人（分別為 11.6%、12.4%與 12.9%），學研機構則占比最少（分別為 8.0%、11.8%與 9.9%）。值得注意的是，我國與韓國第一申請人類型較為相似，公司態樣的申請人雖仍占大部分的比例（55.3%與 62.3%），然學研機構與自然人的占比已有提升，且自然人的占比（分別為 30.3%與 23.4%）又比學研機構（分別為 14.4%與 14.3%）來得高，顯示出我國與韓國民間亦投入大量的資源，致力於「廢水處理及水資源再生」等環境永續或循環經濟的發展。

²⁵ 部分專利有兩個或以上的申請人，本文所指第一申請人係以專利申請書上第一順位的申請人

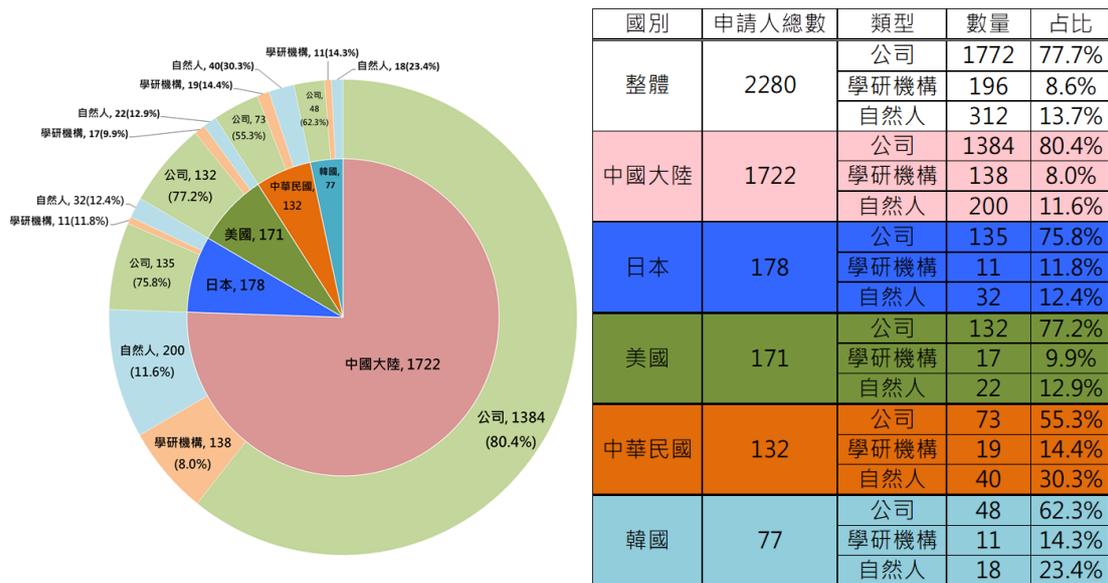


圖 3-22. 全球主要申請國之第一申請人類型占比

總結上述，廢水處理及水資源再生技術的申請人類型雖以公司為主，但民間和學術/研究機構的參與度逐漸增加，這反映了全球對於環境永續和循環經濟的關注，以及多元化的申請主體對於技術創新和應用的貢獻。

(六)全球前二十大申請人統計與專利申請趨勢

統計有關廢水處理及水資源再生之專利案的全球前二十大申請人，排名如下：

1. 栗田工業株式會社 (KURITA WATER INDUSTRIES(栗田)；日本) -147 案；
2. 奧璐佳璫股份有限公司 (ORGANO(奧璐佳璫)；日本) -78 案；

3. 三菱集團 (MITSUBISHI GROUP(三菱集團); 日本) -70 案;
4. 財團法人工業技術研究院 (工業技術研究院; 中華民國) -45 案;
5. 東京威力科創股份有限公司 (TOKYO ELECTRON(東京威力科創); 日本) -33 案;
6. 斯庫林集團股份有限公司 (SCREEN HOLDINGS(斯庫林集團); 日本) -32 案;
7. 三浦工業株式會社 (MIURA(三浦工業); 日本) -28 案;
8. 中國石油化工股份有限公司 (中國石油化工; 中國大陸) -26 案;
9. 野村微科學股份有限公司 (NOMURA MICRO SCI(野村微科學); 日本) -25 案;
10. 東麗株式會社 (TORAY INDUSTRIES(東麗); 日本) -24 案;
11. 日立製作所 (HITACHI(日立); 日本) -23 案;
12. 荏原製作所 (EBARA(荏原製作所); 日本) -22 案;
13. 東芝株式會社 (TOSHIBA(東芝); 日本) -20 案;
14. 兆聯實業股份有限公司 (兆聯; 中華民國) -17 案;
15. 迪思科股份有限公司 (DISCO(迪思科); 日本) -15 案;
16. 奇異電器公司 (GENERAL ELECTRIC(奇異電器); 美國) -13

案；

17. 珠海格力電器股份有限公司（珠海格力電器；中國大陸）-12

案；

18. 成都虹華環保科技股份有限公司（成都虹華環保科技；中國大陸）-12 案；

19. 威立雅環境股份有限公司（VEOLIA ENVIRONNEMENT(威立雅)；法國）-12 案；

20. 力晶半導體股份有限公司（力積電；中華民國）-11 案。

全球前二十大第一申請人中，公司/企業占 9 成 5（19 間），唯一的學研機構為我國重要的研發機構-工業技術研究院。就公司性質而言，水資源相關技術處理的公司有 8 間（占 40%），如 KURITA WATER INDUSTRIES（栗田）、ORGANO（奧璐佳璫）、MIURA（三浦工業）、NOMURA MICRO SCI（野村微科學）、TORAY INDUSTRIES（東麗）、成都虹華環保科技、VEOLIA ENVIRONNEMENT（威立雅）及兆聯實業；半導體相關企業有 6 間（占 30%），如 TOKYO ELECTRON（東京威力科創）、SCREEN HOLDINGS（斯庫林集團）、DISCO（迪思科）、EBARA（荏原製作所）、力積電及 MITSUBISHI GROUP（三菱集團）；工業、家用電子設備商有 4 間（20%），如 HITACHI（日立）、TOSHIBA（東芝）、

GENERAL ELECTRIC (奇異電器) 及珠海格力電器；石化工業相關者有 1 間 (5%)，即為中國石油化工。表 3-6 有關廢水處理及水資源再生專利案之全球前二十大申請人之基本資料，摘錄各申請人之特點。

表 3-6. 全球前二十大申請人基本資料

公司/機構名稱	案量	國籍	特點
KURITA WATER INDUSTRIES(栗田)	147	日本	日本製造商，最初是舊日本海軍清洗鍋爐劑專門店，後來轉型至水處理領域，業務範圍包括造紙、石化、銅鏡業以及電子業等，提供水處理之化學品、設備或製程之服務
ORGANO(奧璐佳瑞)	78	日本	一家綜合性水處理工程公司，公司在純水、超純水、工業廢水、生活污水等方面擁有水處理設備與技術，提供純水與超純水製造，到排廢水處理、回收等服務能力
MITSUBISHI GROUP(三菱集團)	70	日本	日本一個企業聯合體，為原三菱財閥解體後其旗下企業共同組成，包含三菱電機、三菱重工、三菱化學、三菱材料、...及尼康等知名大型企業
工業技術研究院	45	中華民國	工研院是台灣大型產業技術研發機構之一，陸續衍生了包括台積電、聯電、台灣光罩及世界先進等半導體大廠，也是台灣各相關產業的先鋒
TOKYO ELECTRON(東京威力科創)	33	日本	全球前五大半導體設備製造商，主要產品為半導體成膜、蝕刻及表面洗淨設備等
SCREEN HOLDINGS(斯庫林集團)	32	日本	主要業務為半導體製造設備、印刷相關設備、顯示器製造設備、成膜設備及印刷電路板相關設備的製造和銷售
MIURA(三浦工業)	28	日本	一家鍋爐製造企業，主要營業項目包括各式鍋爐製品、水處理事業、家庭用飲水裝置或環境設備等
中國石油化工	26	中國大陸	中國石化的業務主要是石油的開採、銷售以及相關化工產品的生產，其注重煉油與化工業務，為中國最大的石油製品和化工產品生產商，原油生產量則位居第二
NOMURA MICRO SCI(野村微科學)	25	日本	水處理設備為其主要業務，在日本、亞洲和美國三個地區營運。公司從事設計、安裝銷售和維護超純水生產系統，以及銷售消耗品
TORAY INDUSTRIES(東麗)	24	日本	提供水處理膜技術來幫助解決全球水資源問題，其水處理RO(逆滲透)薄膜無論在技術或市場佔有率上都處於世界領先地位
HITACHI(日立)	23	日本	日本的跨國電機及電子公司，亦為日本規模最大的綜合電機製造商
EBARA(荏原製作所)	22	日本	荏原製作所是一家位於日本東京都大田區的上市製造公司，主要生產工業機械和環境處理機械，如泵、渦輪機、淨水設備和廢水處理設備等
TOSHIBA(東芝)	20	日本	日本跨國企業集團，為電力開發、工業生產、環境保護、商業辦公、半導體等領域提供裝置製造和解決方案
兆聯實業	17	中華民國	兆聯實業成立於2004年，是一家高科技廠房水務系統工程服務廠商，從事純水及廢水回收系統規劃設計之工程，主要核心業務為純水系統工程、廢水處理與回收水系統工程、樹脂再生、RO膜清洗及海水淡化工程等
DISCO(迪思科)	15	日本	一家專注於半導體元件製造的公司，主營業務包括：精密研削切割設備的製造、銷售、維修、保養及拆卸再利用等
GENERAL ELECTRIC(奇異電器)	13	美國	源自美國的跨國綜合企業，經營產業包括電子工業、能源、運輸工業、航空航天、醫療與金融服務。2006年，Glegg、Betz、Osmonics、Ionics、Zenon Environment等公司加入GE，整合核心淨水技術，海水淡化亦為其發展之項目之一
珠海格力電器	12	中國大陸	格力電器是大型家用電器及工業設備製造商，主要業務為空調、冰箱、洗衣機、熱水器等電熱交換技術的產品
成都虹華環保科技	12	中國大陸	針對電子PCB、電鍍業提供全廠全製程的重金屬廢水資源再利用解決方案，主要業務包含：鹼/酸性蝕液循環再生系統、微蝕液循環再生系統、低含銅廢水處理、退錫廢水循環再生系統、廢板水循環再生系統等環保設備
VEOLIA ENVIRONNEMENT(威立雅)	12	法國	一家提供供水管理、廢物管理、運輸和能源服務的法國跨國公司
力晶積成電子製造	11	中華民國	台灣從事晶圓代工之半導體製造廠，業務範圍涵蓋性記憶體製造及晶圓代工兩大類別，其前身為力晶半導體8吋晶圓廠(8A廠)

如圖 3-23 所示，全球前二十大申請人中，若以申請人國籍而論，日本籍申請人占 60% (12/20)，皆為知名的大型跨國企業；中華民國籍申請人占 15% (3/20)，為我國重要的技術研發機構或大型企業；中國大陸籍申請人占 15% (3/20)，屬國營企業或規模較小的公司；美國籍申請人占 5% (1/20)，為大型、多元化經營的跨國企

業；法國籍申請人占 5% (1/20)，為水資源處理相關的跨國企業。

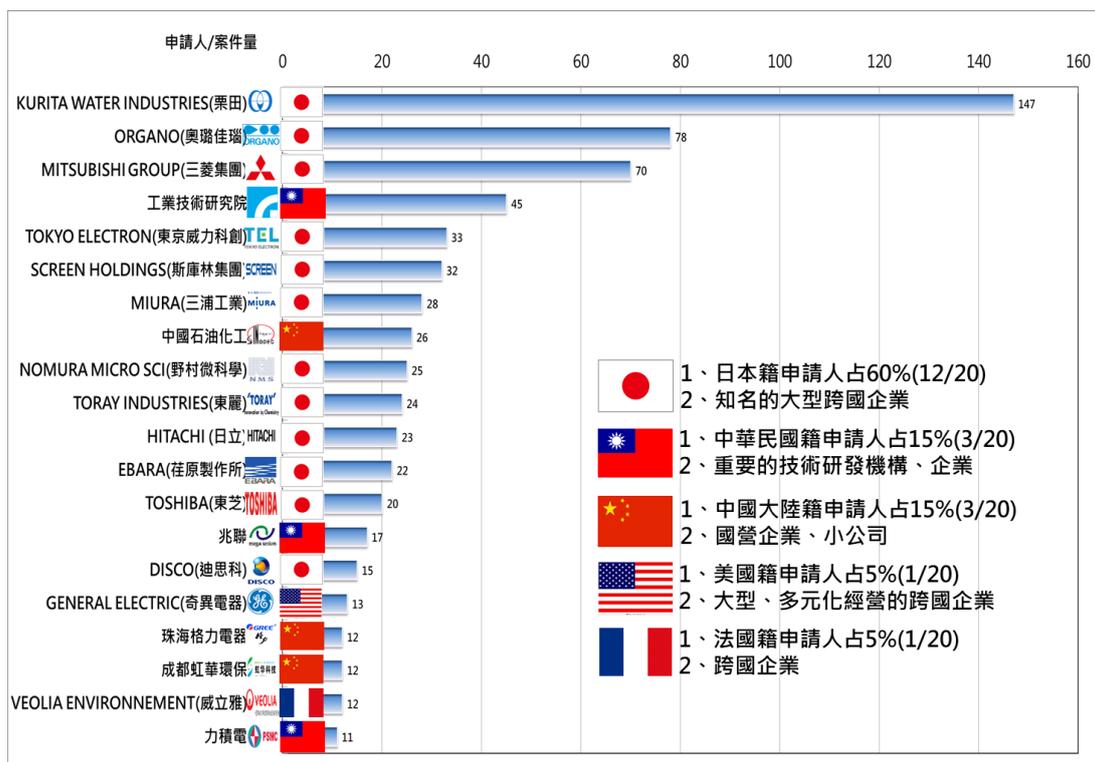


圖 3-23. 全球前二十大申請人及其案件量

圖 3-24 所示為全前二十大申請人 1970~2023 年申請量趨勢圖，可將前二十大申請人區分成三個群組，分別為「美、日、歐籍」、「中國大陸籍」及「中華民國籍」，分析歸納結果如下：

1. 美、日、歐籍申請人：此群組以日本籍企業占多數（日本：12 間、美國及法國：各 1 間），其中，大致上可分為水資源處理、半導體及電機（工業、家用電子）相關企業。就水資源處理相關企業而言，自 1970 年代起，就開始有在發展「廢水處理及水資源再生」相關之技術，而於 1997 年京都議定書通過後，專利申請量明顯增加，至今更是持續

地研發技術及申請專利；半導體相關企業亦然。電機（工業、家用電子）相關企業主要發展區間為 1997 年~2015 年間，可能原因之一為半導體產業所需之資源（水、能源或氣體等）最多，在巴黎協定下帶動全球永續環境與循環經濟的發展下，因而取代電機（工業、家用電子），成為首要發展之對象。

2. **中華民國籍申請人：**我國申請人有 3 間入榜（工業技術研究院、兆聯實業及力積電）。以工業技術研究院為例，其發展與半導體相關之廢水處理及水資源再生技術，主要落在 1997 年京都議定書通過前後，其後與國內半導體大廠合作開發製程用水全回收技術，達到廢水零排放的水準，並進行技術移轉，也在海外市場積極推廣廢水處理技術，至今表現仍屬亮眼。
3. **中國大陸籍申請人：**中國大陸之廢水處理及水資源再生相關技術之發展及專利申請起步較晚，1997 年前幾乎沒有相關的專利申請。甚至，1997 年京都議定書通過後，至 2005 年京都議定書強制生效之期間，仍僅有零星的專利申請，其原因應與中國大陸在該期間所採取的態度有關。然而，2005 年後，中國大陸也開始漸漸對環保議題有所重視，在

其國家政策、法律及相關補助帶動下，除了國營事業（中國石油化工）的投入，亦帶動民間產業的發展，此由中國大陸籍申請人多為規模較小的廢水處理及水資源再生相關公司，可窺知一二。

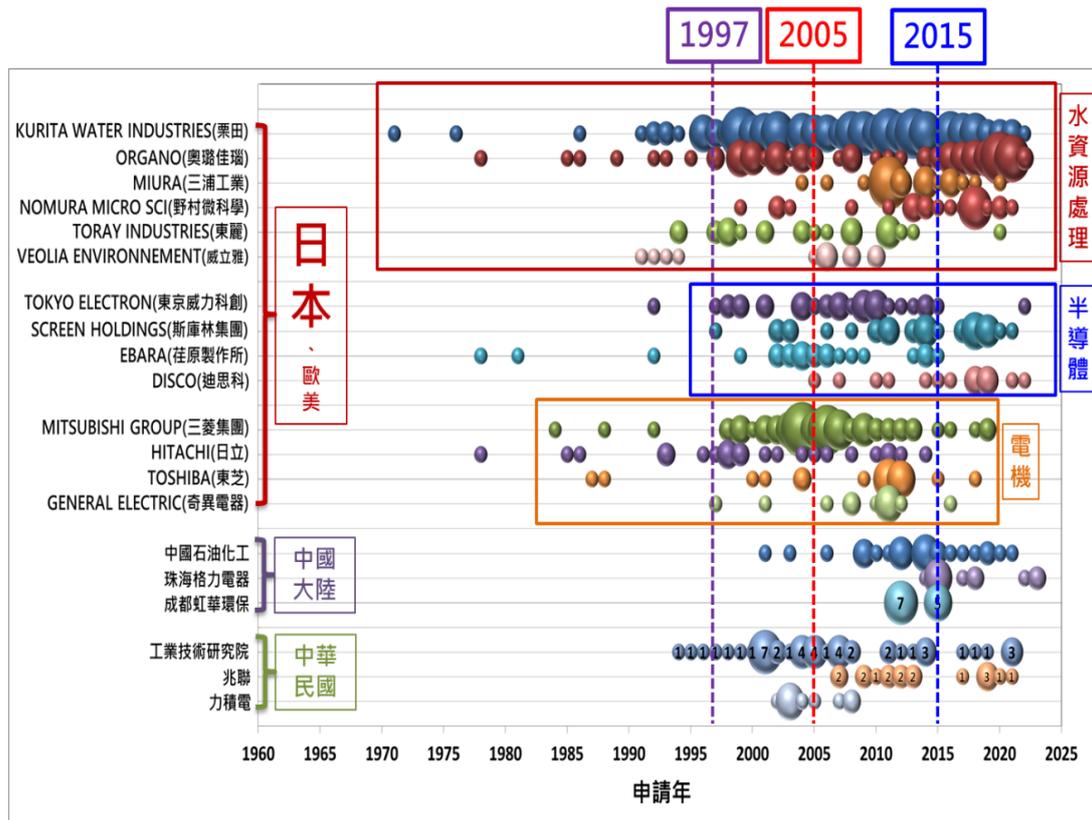


圖 3-24. 全球前二十大申請人專利申請趨勢

總結上述，美日歐企業技術起步早、持續投入，我國企業在京都議定書後積極發展並有突破性進展，而中國大陸企業在政策推動下近年快速發展。各國企業的發展路徑反映了水資源回收再生技術在不同時期的重要性和政策導向。

(七)主要國家/地區之專利布局

半導體「廢水處理及水資源再生」相關之專利案，主要申請國別/地區與申請人國籍/地區之矩陣分析圖(參圖 3-25)，藉此可觀察全球該些專利技術之申請人所注重的市場及專利布局趨勢。

分析全球五大專利局（美、日、歐、中國大陸及韓國）與我國專利申請人的申請國別/地區，發現申請人主要還是在其本身國家/地區的專利局申請居多，而日本及美國籍申請人向世界各國布局的情況較為常見。此外，申請人除了在其本身的國家以外，其專利布局國家/區域主要以中國大陸、美國及中華民國為主。

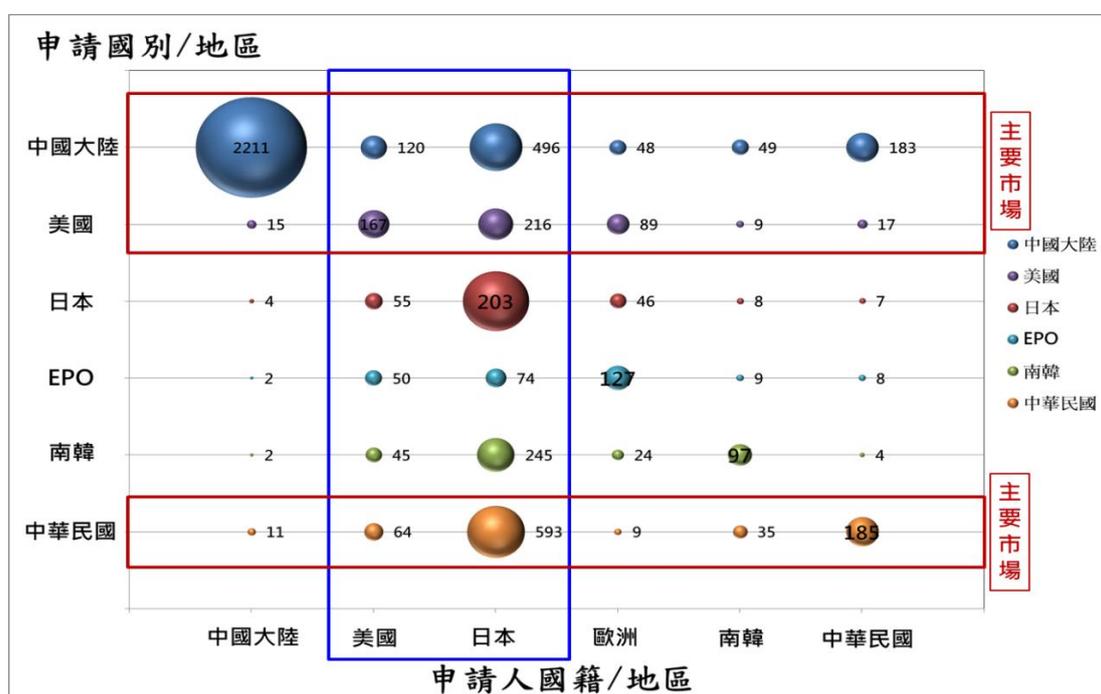


圖 3-25. 全球主要國家之專利布局

五、專利技術分析

本專案將半導體「廢水處理及水資源再生」相關技術之專利案，以 IPC 分類號、技術分類或處理態樣之觀點進一步分析。如圖 3-26 所示，IPC 分類號主要包含：C02F（水、廢水、污水或污泥之處理）、B01D（分離）、H01L（半導體裝置）、B08B（清潔）、B01J（化學或物理方法）、C01B（非金屬元素；其化合物）、B24B（磨削；拋光）、F24F（空氣調節；空氣增濕；通風等）、G03F（圖紋面之照相製版工藝，如半導體裝置之加工工藝等）或 G01N（借助於測定材料之化學或物理性質用以測試或分析材料）等。技術分類主要包括：物理處理、化學處理、生物處理及其他技術。處理態樣主要包括：一般工業廢水、半導體廢液、水淨化、製造去離子水或超純水、污水處理廠、海水淡化技術及其他。

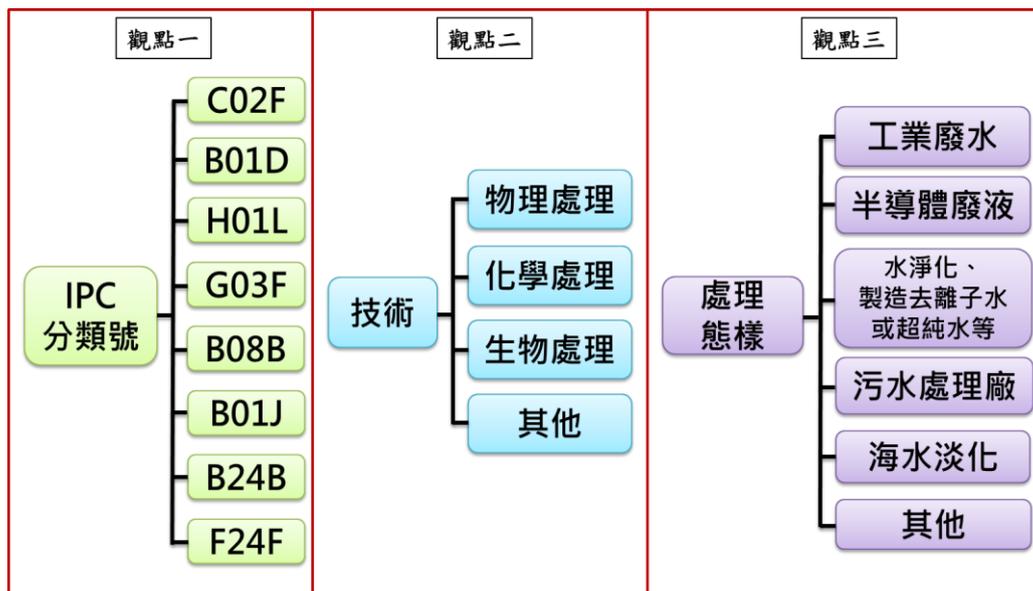


圖 3-26. 廢水處理及水資源再生技術分析之三大觀點

以下專利技術分析將依序以「廢水處理及水資源再生相關專利案之三階 IPC 分布」、「廢水處理及水資源再生相關專利案之專利地圖」、「全球前二十大申請人申請案之主要 IPC 分類號(三、四階)」、「全球前二十大申請人申請案之技術統整」、「全球前二十大申請人申請案之技術趨勢」及「我國申請人專利申請之概況」呈現。

(一)廢水處理及水資源再生專利案之三階 IPC 分布

IPC 分類號係為技術分類之指標，由專利主管機關根據專利案件內容而判定，以下由檢索結果（3,860 案）中，統計整理 IPC 分類號之分布，圖 3-27 所示，主要之 IPC 分類號為 C02F（占比約 40.9%），其次依序為 B01D（占比約 17.8%）、H01L（占比約 3.9%）與其他類位，可發現有關「廢水處理及水資源再生」之專利案的 IPC 分類號集中於 C02F（水、廢水、污水或污泥之處理），且前 3 大三階 IPC 約占 6 成左右的比例，常見三階 IPC 分類號的簡要技術說明如下表 3-7 所示。

表 3-7. 廢水處理及水資源再生相關專利案常見之 IPC 分類號

IPC 分類號	簡要技術說明
C02F	水、廢水、污水或污泥之處理
B01D	分離
H01L	半導體裝置
B08B	清潔
B01J	化學或物理方法

C01B	非金屬元素；其化合物
B24B	磨削；拋光
F24F	空氣調節；空氣增濕；通風等
G03F	圖紋面之照相製版工藝，如半導體裝置之加工工藝等
G01N	借助於測定材料之化學或物理性質用以測試或分析材料

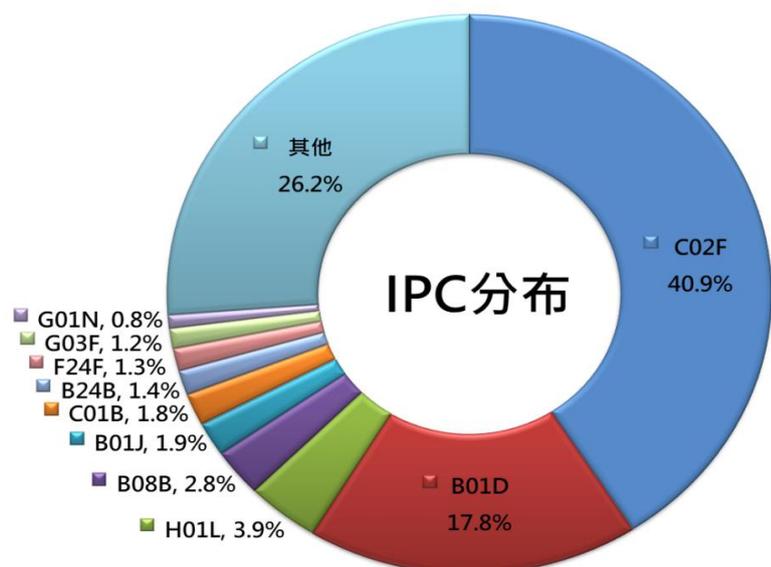


圖 3-27. 廢水處理及水資源再生專利案之三階 IPC 分布

(二) 廢水處理及水資源再生專利案之專利地圖

專利地圖為一種資料分析工具，係將專利內容以圖象化方式呈現出主題式的全景圖，有助於研究人員快速地從大量的資料中了解技術發展與各國專利布局之現況，或進行更進一步分析處理。本專案小組利用 DI 專利資料庫內建的專利地圖分析 (ThemeScape)，將有關「廢水處理及水資源再生」之專利案 (3,860 案) 予以處理而得之結果，如圖 3-28 及 3-29²⁶所示，大致上可分為四大類別，涵蓋三

²⁶ 註：圖中的每一個點代表一專利案

大 IPC 分類號，詳述如下：

1. **一般通用設備**：包含「(逆)滲透膜、再生；滲透膜模組」、「RO 廢水；儲存槽、管線」及「儲存槽、池、管線或處理裝置等」，分別約為 231 案 (6.0%)、165 案 (4.3%) 及 753 案 (19.5%)，所屬主要 IPC 分類號為 C02F (水、廢水、污水或污泥之處理)、。
2. **民生用水及污水處理**：包含「污水處理廠」、「空調系統(冷凝水等回收)」、「雨水回收(綠建築、槽)」及「純水製作與海水淡化」，分別約為 201 案 (5.2%)、147 案 (3.8%)、106 案 (2.7%) 及 94 案 (2.4%)，所屬主要 IPC 分類號為 C02F (水、廢水、污水或污泥之處理) 或 B01D (分離)。
3. **半導體廢水處理**：包含「酸；離子或重金屬廢液」、「化學溶液處理(HF、氨氮廢液等)」、「矽漿廢液」、「基板(晶圓)清洗」、「浸潤式曝光機廢液」及「晶圓表面處理(塗布、噴嘴等)」等，分別約為 461 案 (11.9%)、279 案 (7.2%)、179 案 (4.6%)、96 案 (2.5%)、84 案 (2.2%) 及 54 案 (1.4%)，所屬主要 IPC 分類號為 C02F (水、廢水、污水或污泥之處理) 或 H01L (半導體裝置)。
4. **技術方法**：包含「回收機制」及「再生水(RO 處理)」等，分

別約為 131 案 (3.4%)、72 案 (1.9%)，所屬主要 IPC 分類號為 C02F (水、廢水、污水或污泥之處理) 或 B01D (分離)。

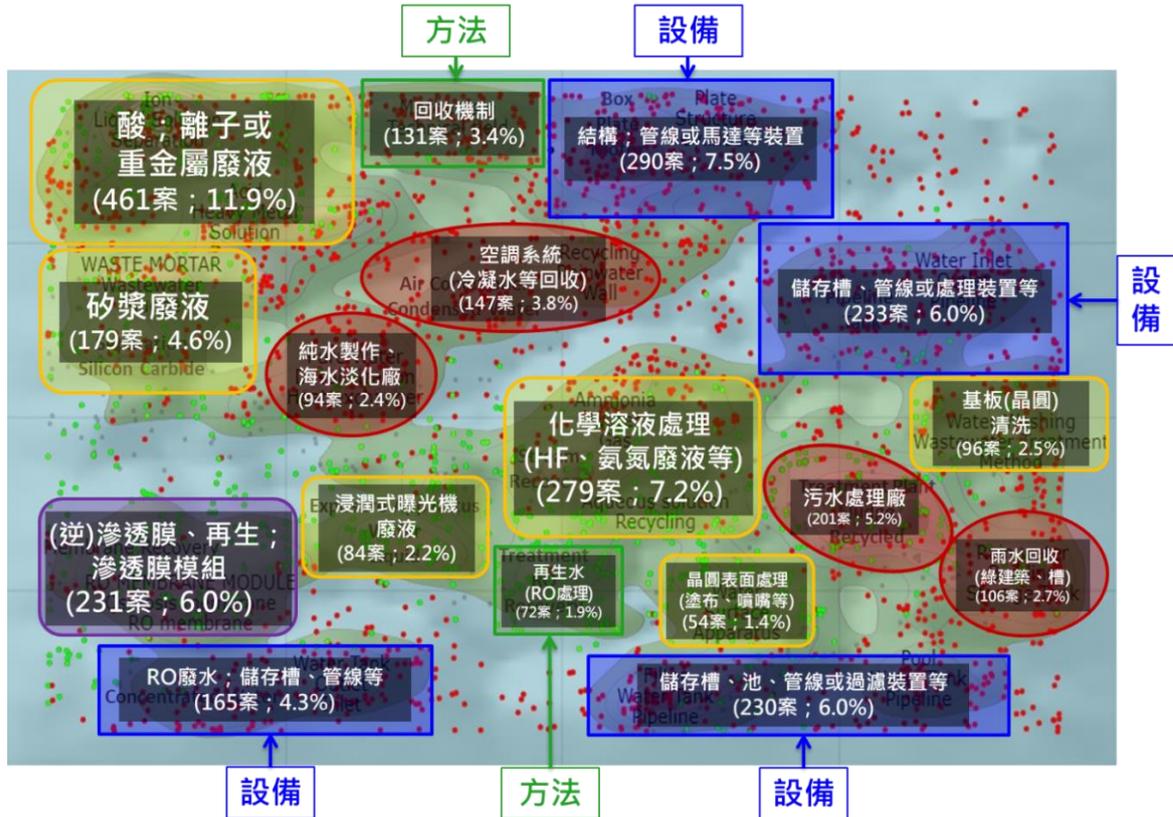


圖 3-28. 廢水處理及水資源再生專利案之專利地圖(領域類別)

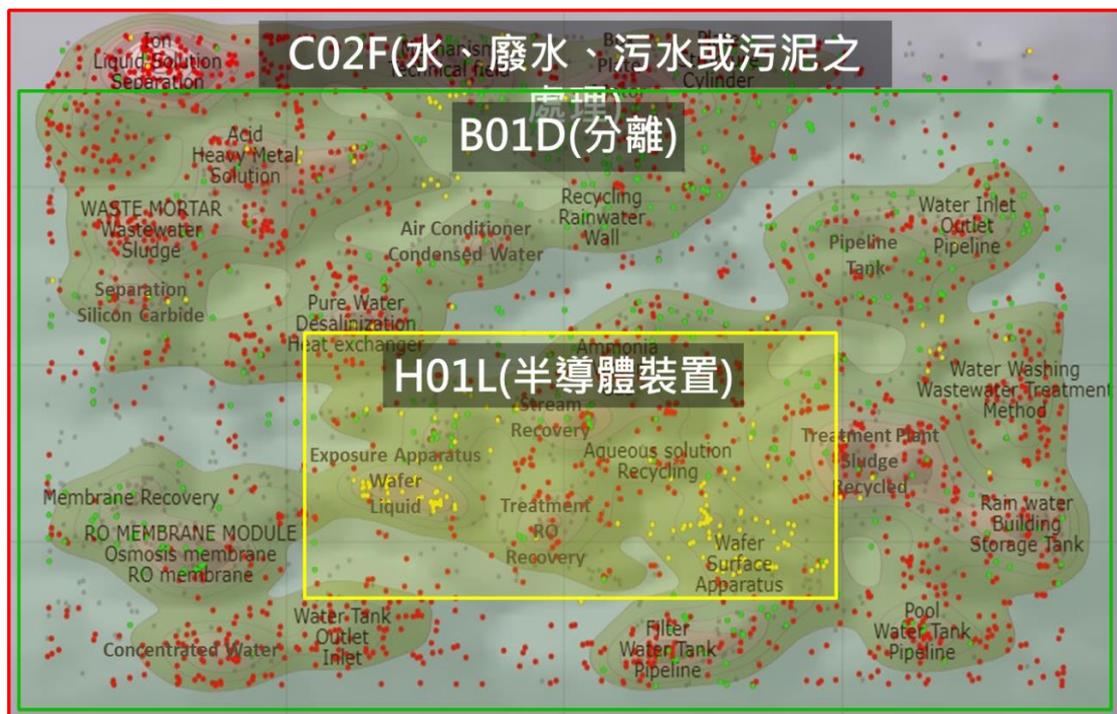


圖 3-29. 廢水處理及水資源再生專利案之專利地圖(IPC 分類號)

若以全球專利布局的角度來看（參圖 3-30），如同先前所述，日本、美國等已開發國家研發「廢水處理及水資源再生」相關技術較早，首先著重於「(逆)滲透膜、再生；滲透膜模組」等過濾相關技術，近 20 年由於半導體產業快速發展及工業廢水排放標準趨於嚴格，日本與我國更是將水資源回收再生處理相關技術大量應用於半導體廢水處理，其包含：「酸；離子或重金屬廢液」、「化學溶液處理(HF、氨氮廢液等)」、「矽漿廢液」、「基板(晶圓)清洗」、「浸潤式曝光機廢液」及「晶圓表面處理(塗布、噴嘴等)」等，以符合相關法規與保護環境。此外，中國大陸近 20 年來因其國家政策及補助的影響，民間亦致力於技術發展與專利布局，其較著重於一般通用設備與民生廢水處理，如圖 3-31 所示，其包含：「儲存槽、池、管線或處理裝置等」、「污水處理廠」、「空調系統(冷凝水等回收)及「雨水回收(綠建築、槽)」等領域，或「矽漿廢液」等半導體相關廢液之回收處理。從專利地圖來看，中國大陸之專利布局似乎有意避開美、日等國之專利技術，而在全球重視水資源之現況下，各國產業之日後發展與專利布局仍值得持續關注。

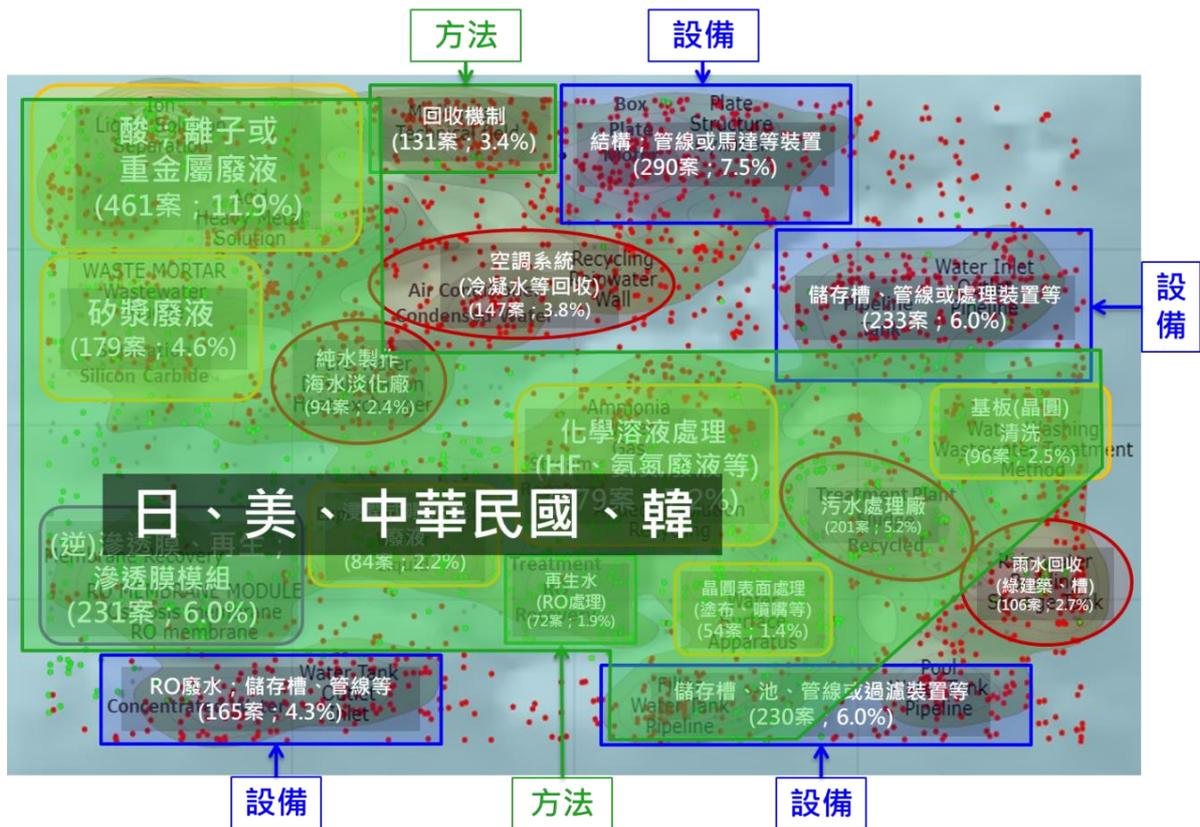


圖 3-30. 日、美及我國於廢水處理及水資源再生領域之專利布局

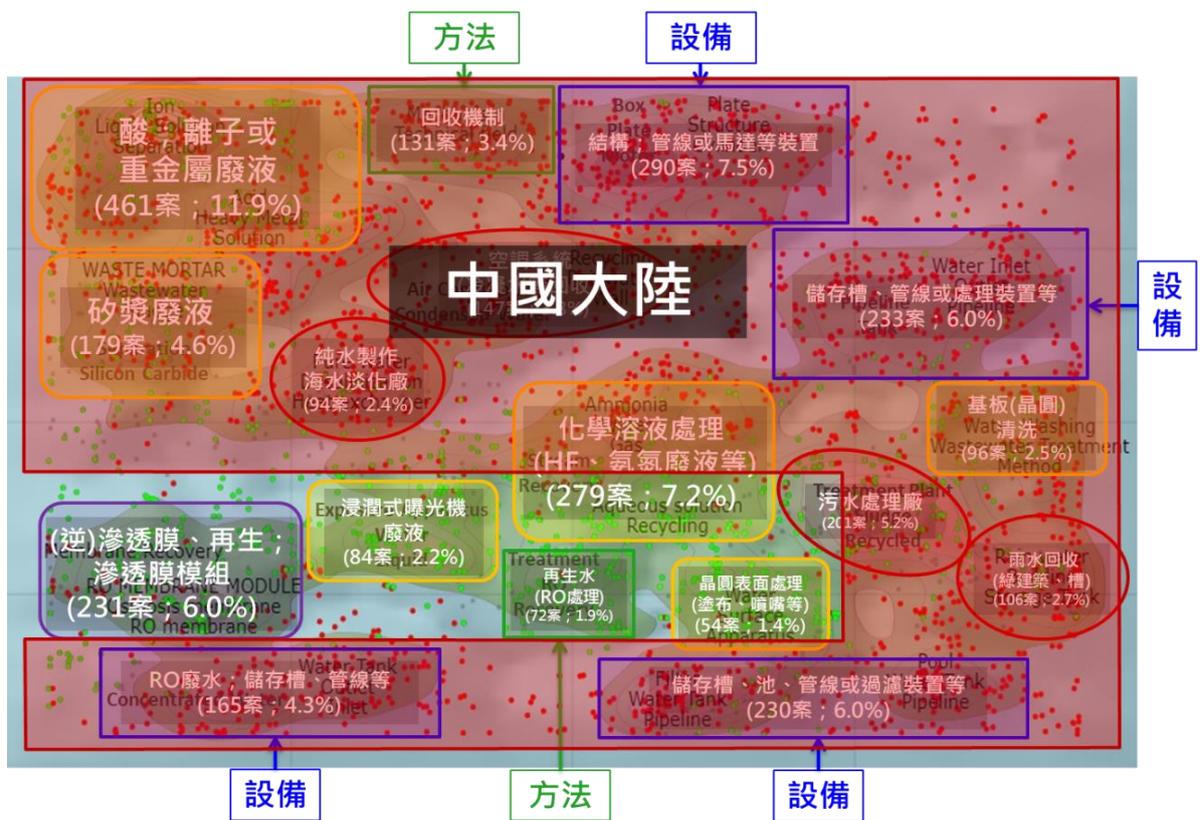


圖 3-31. 中國大陸於水資源回收、再生處理領域之專利布局

總結上述，日本、美國等先進國較早布局(逆)滲透膜組等相關過濾裝置及材料。隨著半導體產業發展，日本、韓國及我國更進一步布局半導體廢水處理或製程設備回收相關之技術，而中國大陸近年來在政策支持下，民間企業則著重於布局 RO 廢水處理、儲存槽和管線、民生及半導體廢水處理技術，由此可見，各國在水資源回收再生技術的專利布局反映了自身產業發展和環境保護的需求。

(三)全球前二十大申請人申請案之主要 IPC 分類號(三、四階)

全球前二十大申請人²⁷有關「廢水處理及水資源再生」技術之專利案，共 665 案，本小節統計並分析上述專利案，結果如圖 3-32 及表 8 所示。主要之三階 IPC 分類號為 C02F（水、廢水、污水或污泥之處理；約占 50.6%），其次依序為 B01D（分離；約占 19.6%）、H01L（半導體裝置；約占 10.0%）及其他類位，前 3 大三階 IPC 約占 8 成以上的比例。

²⁷ 栗田工業株式會社、奧璐佳璫股份有限公司、三菱集團、財團法人工業技術研究院、東京威力科創股份有限公司、斯庫林集團股份有限公司、三浦工業株式會社、中國石油化工股份有限公司、野村微科學股份有限公司、東麗株式會社、日立製作所、荏原製作所、東芝株式會社、迪思科股份有限公司、奇異電器公司、珠海格力電器股份有限公司、成都虹華環保科技股份有限公司、威立雅環境股份有限公司、兆聯實業股份有限公司、力晶半導體股份有限公司。

表 3-8. 全球前二十大申請人申請案之主要三、四階 IPC 統計

IPC(3階)	說明(3階)	百分比	IPC(4階)	百分比	說明(4階)
C02F	水、廢水、污水或污泥之處理	50.6%	C02F 1/00	38.5%	水、廢水或污水之處理
			C02F 3/00	5.2%	水、廢水或污水之生物處理
			C02F 5/00	1.1%	水之軟化；防垢；加入水中之防垢劑或除垢劑
			C02F 9/00	5.4%	水、廢水或污水之多級處理
B01D	分離	19.6%	B01D 19/00	0.6%	液體之脫氣
			B01D 53/00	1.3%	氣體或蒸汽之分離；由氣體中回收揮發性溶劑之蒸汽
			B01D 61/00	10.7%	利用半透膜分離之方法，例如滲析、滲透；或超濾；其專用設備、輔助設備或輔助操作
			B01D 63/00	0.9%	用於半透膜分離工藝之一般設備
			B01D 65/00	2.1%	用於一般半透膜分離方法或設備之輔助設備或輔助操作
H01L	半導體裝置	10.0%	H01L 21/00	10.0%	適用於製造或處理半導體或固體裝置或部件之方法或設備
G03F	圖紋面之照相製版工藝，如印刷工藝，半導體裝置之加工工藝	3.6%	G03F 7/00	3.3%	圖紋面，如印刷表面之照相製版；如光刻工藝
B08B	清潔	2.5%	B08B 3/00	2.2%	使用液體或蒸氣之清潔方法
B01J	化學或物理方法	1.9%	B01J 23/00	0.8%	金屬或金屬氧化物或氫氧化物之催化劑
B24B	磨削；拋光	1.7%	B24B 55/00	0.9%	用於磨床或拋光機之安全裝置
F24F	空氣調節；空氣增濕；通風；空氣流作為屏幕之應用	1.4%	F24F 13/00	1.3%	空氣調節、空氣增濕、通風或空氣流作為屏幕之通用部件

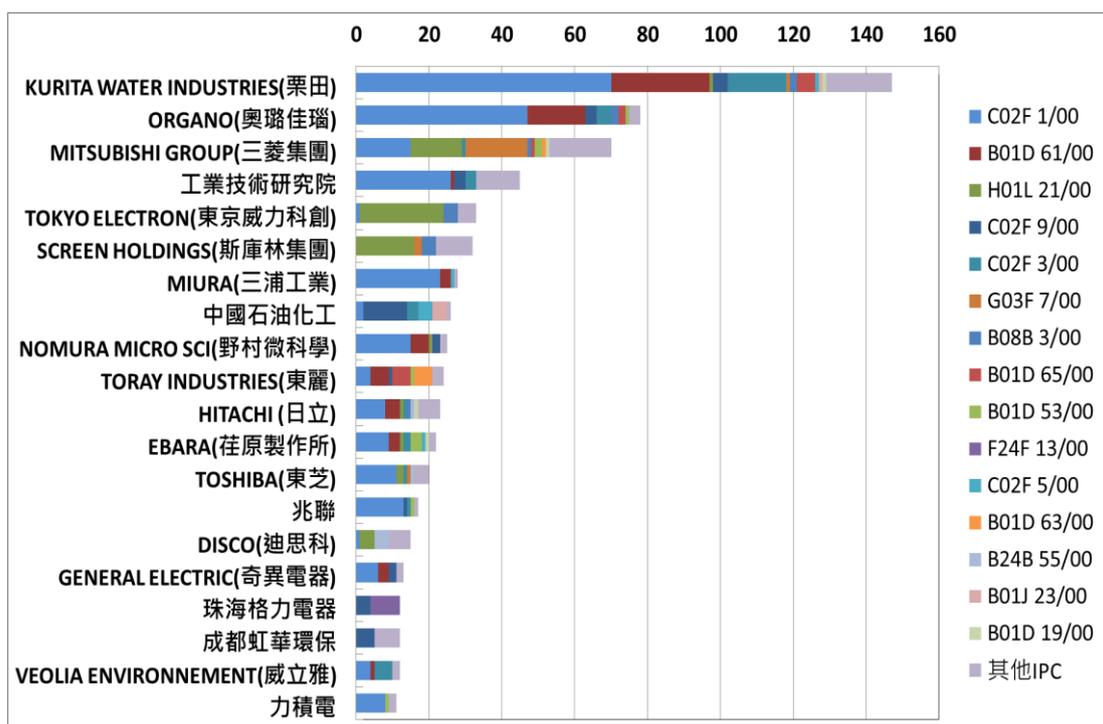


圖 3-32. 全球前二十大申請人申請案之主要四階 IPC 分布

進一步觀察四階 IPC 分類，較常見者依序為：C02F 1/00（水、廢水或污水之處理；約占 38.5%）、B01D 61/00（利用半透膜分離之

方法，例如滲析，滲透；或超濾；約占 10.7%)、H01L 21/00 (適用於製造或處理半導體或固體裝置或部件之方法或設備；約占 10%)、C02F 9/00 (水、廢水或污水之多級處理；約占 5.4%)、C02F 3/00 (水、廢水或污水之生物處理；約占 5.2%)、G03F 7/00 (圖紋面，如印刷表面之照相製版；如光刻工藝；約占 3.3%)、B08B 3/00 (使用液體或蒸氣之清潔方法；約占 2.2%)、B01D 65/00 (用於一般半透膜分離方法或設備之輔助設備或輔助操作；約占 2.1%) 及 B01D 53/00 (氣體或蒸汽之分離；由氣體中回收揮發性溶劑之蒸汽；約占 1.3%)。

(四)全球前二十大申請人申請案之技術分類

全球前二十大申請人申請案 (665 案) 之技術分類如圖 3-33 所示，「物理處理」技術的專利量最多，共計約 206 案 (31.0%)，「化學處理」與「生物處理」技術則分別約為 140 案 (21.1%) 與 63 案 (9.5%)，至於「其他」技術²⁸則約為 256 案 (38.5%)。

²⁸ 「其他」技術：

包含控制、監控或偵測；裝置、構件改良；多步驟工藝；氣提&觸媒處理(洗滌塔)等技術

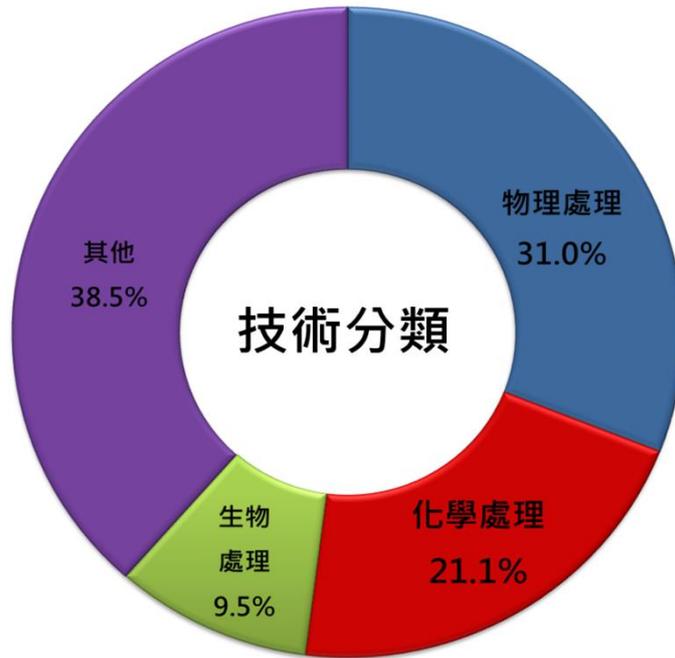


圖 3-33. 全球前二十大申請人申請案之技術分類

全球前二十大申請人申請案各別技術分類之進一步分析，如圖 3-34 所示，說明如下：

1. 「**物理處理**」：該項相關技術發展很早，亦為最重要的技術之一，包含過濾、逆滲透或蒸餾等技術，關鍵材料組件主要由日本產業所主導發展，應用上常見於水處理的後段工序，例如將逆滲透與其他技術作為組合來製造半導體用之超純水。全球排名前三的申請人依序為 KURITA WATER INDUSTRIES(栗田) (日本; 占比約 25.2%(52/206))、ORGANO(奧璐佳瑙) (日本; 占比約 17.0%(35/206)) 及 TORAY INDUSTRIES(東麗) (日本; 占比約 8.7%(18/206))。
2. 「**化學處理**」：1970 年代起，美、日及歐洲等先進國家之產業

就有在發展化學處理相關技術並為專利之申請，主要包含離子交換、混凝沉澱、高級氧化或電透析等，常常應用於廢水處理及水資源再生，故不論是投入該項技術的企業，或是專利申請量亦都有不錯的表現。全球排名前三的申請人依序為 KURITA WATER INDUSTRIES(栗田) (日本；占比約 19.3%(27/140))、ORGANO(奧璐佳璫) (日本；占比約 18.6%(26/140)) 及 NOMURA MICRO SCI(野村微科學) (日本；占比約 8.5%(12/140))。

3. 「**生物處理**」：利用微生物可大規模且低成本處理廢水，該項技術極具經濟價值，為全球各大相關產業研發的重點項目之一，近年來我國的學研機構亦投入大量資源研發該項技術並申請專利。全球排名前三的申請人依序為工業技術研究院 (中華民國；占比約 41.3%(26/63))、KURITA WATER INDUSTRIES(栗田) (日本；占比約 25.4%(16/63)) 及 ORGANO(奧璐佳璫) (日本；占比約 6.4%(4/63))。
4. 「**其他**」技術：無法明顯歸類於上述 3 大技術原理者為本分類，包含控制、監控或偵測；裝置或構件改良；多步驟工藝；氣提&觸媒處理（洗滌塔）等技術項目，本專案列舉出較多專利申請量的公司及其技術如下。KURITA WATER

INDUSTRIES(栗田)發展多步驟工藝及控制、監控或偵測之技術（占比約 20.3% (52/256)）；MITSUBISHI GROUP(三菱集團)旗下之尼康株式會社(Nikon；日本)發展浸潤式曝光機之裝置或構件改良，用於曝光用水的回收（約 47 案，占比約 18.4% (47/256)）；TOKYO ELECTRON(東京威力科創)及SCREEN HOLDINGS(斯庫林集團)發展半導體蝕刻、清潔等裝置或構件之改良，用於提高液體回收的效率（各約 31 及 32 案，占比 12.1% (31/256)、12.5% (32/256)），以及 ORGANO(奧璐佳璫)發展控制、監控或偵測之技術（約 13 案，占比 5.0% (13/256)）。

總結上述分析，日本之公司、企業的專利布局仍以「物理處理」與「化學處理」技術為主，而我國工研院除了上述兩項技術之研發外，亦重視適合大規模處理廢水的「生物處理」技術，申請專利有著亮眼之表現。此外，處理系統「控制、監控或偵測」之建置，在過去亦為各大企業發展的重點，未來人工智慧(AI)技術及應用成熟後，更可增添其重要性或影響專利申請量，後續發展值得我們持續關注。

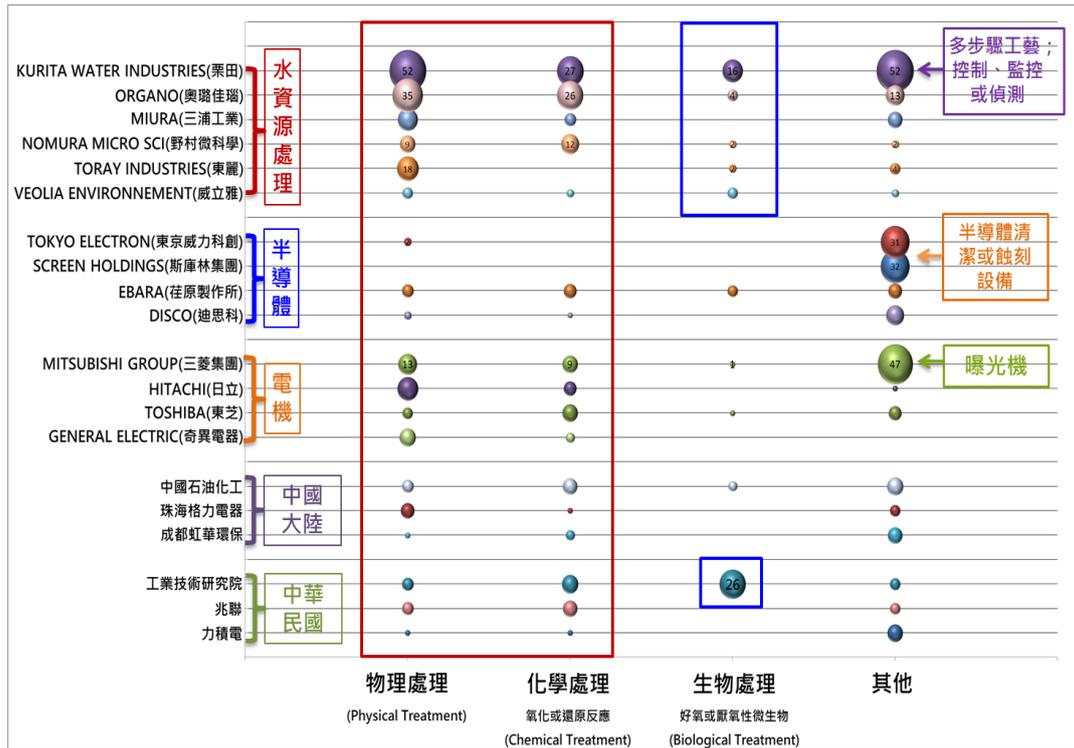


圖 3-34. 全球前二十大申請人申請案的技術分類

圖 3-35 所示為全球前二十大申請人申請案之處理態樣，大多著重於「一般工業廢水」、「半導體廢液」、「水淨化、製造去離子水或超純水」、「污水處理廠」及「海水淡化」等項目的回收及再生處理，整理分析如下：

1. **一般工業廢(污)水**：主要為工廠民生用水、空調冷凝水或發電廠之循冷卻水等，這些廢水中含較低污染物或化學物質，如果可以有效進行回收，不僅可以有效利用這些水資源並減少製造成本，亦能將水資源回收、再生或再利用來降低對環境的衝擊，故一般工業廢水回收處理常見於廠區內污水處理，且已然成為我國、日本、歐美及中國大陸所屬企業發展的重

點項目之一。全球前 20 大申請人於「一般工業廢水」之專利申請數量共 190 案，日本籍大型企業之專利申請量約占 61.1% (116 案)；我國則有賴學研機構及大型企業合作研發，亦有不錯的表現，專利申請量所占比例約 17.4% (33 案)；中國大陸籍申請人多數為小型企業，專利申請量所占比例約 15.3% (29 案)。

2. **半導體廢液**：與一般工業廢(污)水不同的是，半導體廢液包含化學物質、重金屬元素或細微粒子等較多的污染物，例如，切削廢液、CMP 廢液、清洗或塗布廢液、蝕刻或電鍍廢液等，若直接排放則會對生態造成極大的影響，各國管理機構早已立法制定嚴格的排放標準，故半導體廢液回收處理亦常見於廠區內污水處理，其中例如廢液之分流及提高回收效率，更可於無塵室(Fab)中之機台設計改良而完成 (Nikon(尼康株式會社)、TOKYO ELECTRON(東京威力科創)或 SCREEN HOLDINGS(斯庫林集團)等)。全球前 20 大申請人於「半導體廢液」之專利申請數量約為 268 案，日本籍大型半導體相關企業之專利申請量約占 84.3% (226 案)，足以顯示其重視程度；我國則有賴學研機構及大型企業合作研發，亦有不錯的表現，專利申請量所占比例約 12.3% (33 案)；中國大陸籍

申請人多數為小型企業，專利申請量亦較少，占比約 3.0% (8 案)。

3. **水淨化、去離子水或超純水製造**：係由日本水資源處理相關企業所主導。由於半導體廠去離子水或超純水的使用量極大，廠區內往往要設置淨水設備，也突顯本處理態樣的重要性。全球前 20 大申請人於「水淨化、去離子水或超純水製造」之專利申請數量約為 126 案，日本籍大型水資源處理相關企業之專利申請量約占 88.9% (112 案)；美國籍大型電子企業之專利申請量約占 5.6% (7 案)。
4. **「其他」處理態樣**：包含過濾設備之維護、污水處理廠及海水淡化等與半導體產業無直接相關之處理態樣，專利申請數量約為 81 案，日本籍大型水資源處理相關企業之專利申請量約占 30.9% (25 案)，其與污水處理廠及海水淡化技術相關；美國籍大型電子企業之專利申請量約占 3.7% (3 案)，其與海水淡化技術相關。

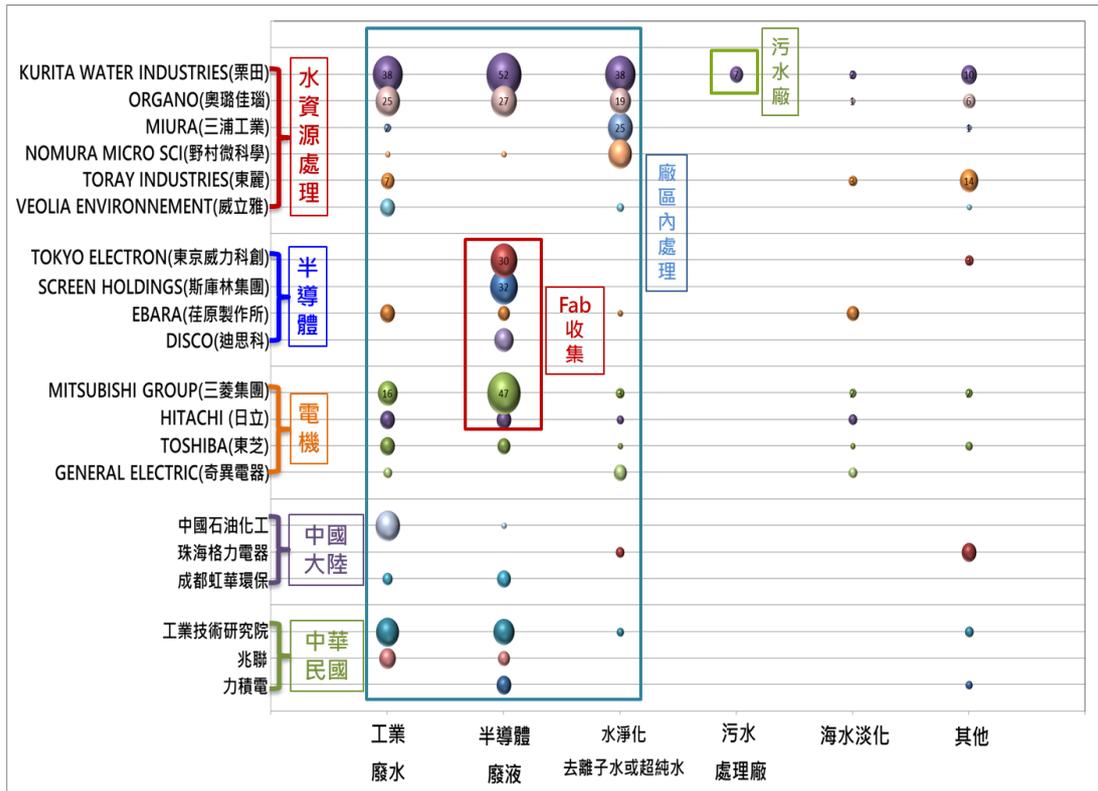


圖 3-35. 全球前二十大申請人申請案之處理態樣

總結上述內容，在一般工業廢水部分，這些廢水通常含有較低污染物或化學物質，大多出自於廠區內民生用水、空調冷凝水或發電廠之循冷卻水等，日本籍大型企業在此領域之專利申請量占大多數，我國和中國大陸企業的專利申請量相較日本雖然略低，但仍有相當的份量。在半導體廢液部分，其含有較多化學物質、重金屬元素或細微粒子等污染物，直接排放對生態造成極大影響，日本籍大型半導體相關企業在此領域的專利申請量佔絕大多數，我國在此領域也有不錯的表現，顯示其對半導體廢液處理的重視。在水淨化、去離子水或超純水製造部分，主要亦由日本水資源處理相關企業主所主導，顯示日本企業在水資源處理領域的技術居領先地位。

(五)全球前二十大申請人申請案之技術趨勢

全球前二十大申請人申請案之技術趨勢，如圖 3-36 所示，整理分析如下：

1. 「物理處理」：1997 年前，全球前二十大申請人於物理處理技術為零星的專利申請，主要為半透膜分離技術（過濾法或逆滲透法等）及其於工業廢水處理之應用。半導體產業開始蓬勃發展後（1980 年），則將上述技術應用於處理半導體廢液，而於京都議定書制定後（1997 年），產業界更是致力於發展該項技術，特別是水淨化、製造去離子水或超純水等方面的應用。至今，專利申請仍為平穩地發展，值得後續關注。
2. 「化學處理」：1970~1980 年代，全球前二十大申請人已有該項技術之發展與專利申請，主要為離子交換分離技術及其於工業廢水處理之應用，而其發展趨勢與「物理處理」相似，同樣於半導體產業開始蓬勃發展後（1980 年），將上述技術應用於處理半導體廢液，且於京都議定書制定後（1997 年），產業界更是致力於發展該項技術，說明了「物理處理」與「化學處理」在水資源回收及再生或再利用之應用，常常相輔相成或搭配組合，實有著密不可分的關係。至今，專利申請亦為平穩地發展，值得後續關注。

3. 「**生物處理**」：1997 年京都議定書通過後，有關「**廢水處理及水資源再生**」議題更為全球產業界所重視，除了「**物理處理**」與「**化學處理**」相關技術外，能夠大規模用於廢水處理的「**生物處理**」相關技術在這個時期有明顯的專利申請量，特別是 KURITA WATER INDUSTRIES(栗田)、ORGANO(奧璐佳璫)及工業技術研究院等大型企業或學研機構，就趨勢而言，該項技術前景仍持續看好。
4. 「**其他**」技術：2000~2023 年，半導體產業界對水資源的重視，帶動其供應商為製程設備的改善，以提高水資源的回收效率，例如晶圓清洗設備廢液的分流、黃光設備液體回收或蝕刻、電鍍設備廢液的處理等，SCREEN HOLDINGS(斯庫林集團)、MITSUBISHI GROUP(三菱集團)旗下之尼康株式會社(Nikon;日本)或 TOKYO ELECTRON(東京威力科創)係為這些技術研發的重要企業。

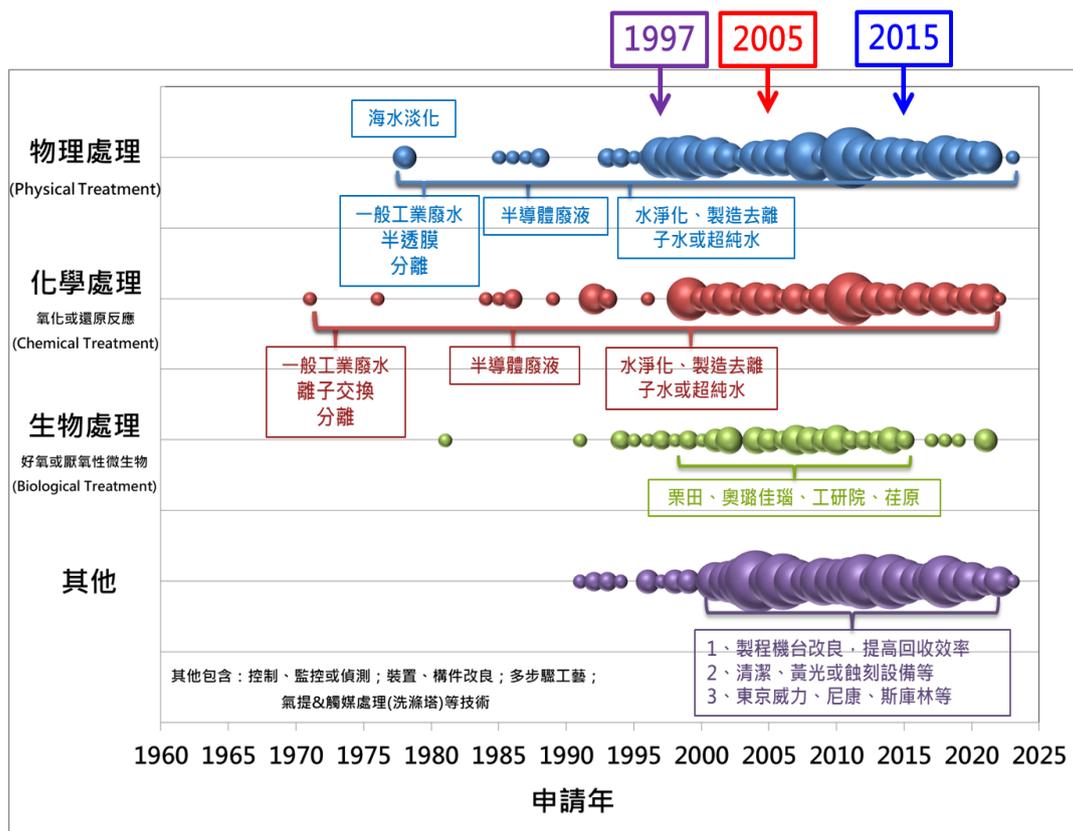


圖 3-36. 全球前二十大申請人申請案之技術趨勢

整體來說，全球在水資源回收及再利用技術方面的專利申請呈現出穩步增長的趨勢。而不同類型的技術如物理處理、化學處理及生物處理相互結合，可共同應用於民生、工業或半導體廢水處理及水資源淨化領域，未來發展前景將持續看好。

(六) 中華民國申請人專利申請之概況

我國申請人與半導體產業相關之「廢水處理及水資源再生」技術的專利申請量共計約 130 案（1970 年~今），申請量大多集中於學研機構（特別是工研院）。整體來說，學研機構的平均申請量約為 10.2（案/申請人；51/5），公司的平均申請量約為 3.8（案/申請人；

73/19)，自然人的平均申請量約為 3（案/申請人；6/2），如表 3-9 所示。此外，專案小組亦列舉出我國專利申請量較多之申請人及相關資料，我國排名第一位之申請人為工業技術研究院，申請量約 45 案，其後為兆聯實業(17 案)、力積電(11 案)、台積電(7 案)、中鋼(4 案)、彰化鍊水(3 案)、奇鼎科技(3 案)、弘塑科技(3 案)、崇越科技(2 案)及聯華電子(2 案)等，見表 3-10。

表 3-9.中華民國籍專利申請人與申請量統計

申請人態樣	學研機構	公司	自然人
專利申請量(案)	51	73	6
申請人數量	5	19	2
平均申請量(案/申請人)	10.2	3.8	3.0

表 3-10.專利申請量較多之中華民國籍申請人及相關資料

公司/機構名稱	案量	國籍	特點
工業技術研究院	45	中華民國	工研院是台灣大型產業技術研發機構之一，陸續衍生了包括台積電、聯電、台灣光罩及世界先進等半導體大廠，也是台灣各相關產業的先鋒
兆聯實業	17	中華民國	兆聯實業成立於2004年，是一家高科技廠房水務系統工程服務廠商，從事純水及廢水回收系統規劃設計之工程，主要核心業務為純水系統工程、廢水處理與回收水系統工程、樹脂再生、RO膜清洗及海水淡化工程等
力積電	11	中華民國	台灣從事晶圓代工的半導體製造廠，業務範圍涵蓋性記憶體製造及晶圓代工兩大類別。其前身為力晶半導體8吋晶圓廠(8A廠)
台積電(tsmc)	7	中華民國	全球晶圓代工龍頭
中鋼	4	中華民國	臺灣最大的鋼鐵企業
彰化鍊水	3	中華民國	專業從事 純水、回收水、廢水系統等水處理系統設計及施工，主要客戶以電子廠及製藥業為主
奇鼎科技	3	中華民國	主要研發、設計與製造半導體精密製程環境控制設備，及提供節能潔淨工程服務
弘塑科技	3	中華民國	半導體後段封裝濕製程設備供應商，主要業務包括工程承包、製造、買賣及維修工程
崇越科技	2	中華民國	主要代理銷售半導體、光電、電子材料各類產品，提供整合服務，並從事環保及廠務系統處理工程規劃、設計、安裝與維修
聯華電子	2	中華民國	全球半導體晶圓代工業者，提供高品質的晶圓製造服務

我國專利申請人申請案之技術趨勢，如圖 3-37 所示，1997 年「京都議定書」通過前後，「物理處理」與「化學處理」相關技術開

始研發並申請專利，主要為現有技術（過濾、逆滲透或高級氧化等）之應用，用於處理含氟廢液、氨氮廢液或其他有機廢液等。此外，1990 年~2023 年，我國與半導體廢水有關之「生物處理」技術之專利申請量約 28 案（21.5%；28/130），主要申請人為工研院，期間研發出多項處理技術，包含：BioNET（多孔性生物擔體新型生物處理系統）及 AFB（厭氧性微生物流體化床系統）處理技術，透過微生物、藥劑等多種方法，去除廢水中尿素、氨氮等有機物，最終轉變為可用於半導體先進製程的純水。最後，關於「其他」技術，「控制、監控或偵測系統」或「處理裝置、構件改良」之應用為我國申請人重點研發的項目之一，主要為廢水處理系統之設置，專利申請約 29 案（22.3%；29/130）。

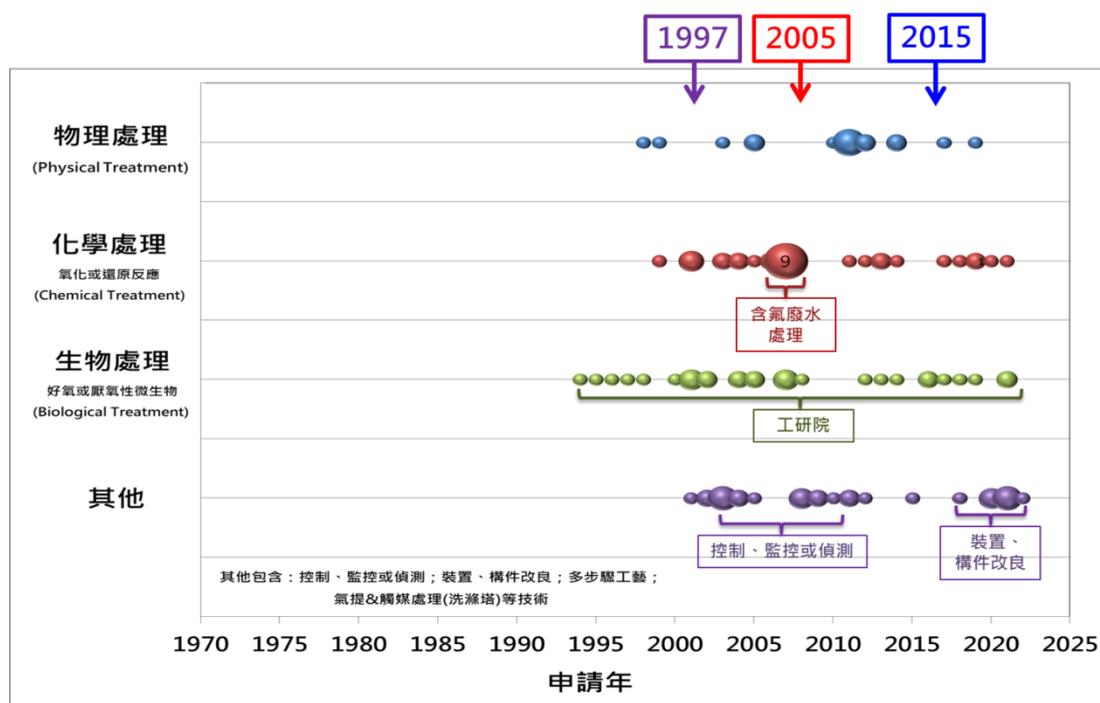


圖 3-37. 中華民國籍申請人申請案之技術趨勢

整體來說，我國在對水資源的處理和再利用方面進行了廣泛的技術研發及專利申請，從物理處理到化學處理，再到生物處理，各種技術都應用在廢水處理及水資源回收方面，有著創新成果。同時，對於控制、監控或偵測系統和製程設備的改良也是重要的研究領域，以提高廢水回收及處理的效率，為保護環境和提高水資源利用率做出重要貢獻。

六、精選案例

(一)參考「被引用(Citing)次數」摘錄案例

DI 資料庫具備將特定專利統計其「被引用專利計數」之功能，而被引用專利計數越多，該專利可能為重要發明或技術相對重要²⁹。本小節於專利分析母體-與半導體「廢水處理及水資源再生」相關技術的 3,860 案中，摘錄「被引用專利計數」較高（超過 50 次以上）之專利共 15 案，其專利公開/公告號為：TW 404847 B（435 次）、EP 943367 B1（179 次）、CN 101646480 B（148 次）、US 8029671 B2（127 次）、CA 2464416 C（154 次）、US 7311833 B2（122 次）、US 7553418 B2（109 次）、US 7553418 B2（109 次）、US 2009/0107915 A1（96 次）、TW 423989 B（90 次）、CA 1280227 C（87 次）、US 10501355 B2（83 次）、CN 100417608 C（80 次）、KR 101413423 B1（80 次）及 TW 418176 B（73 次），以下將依各案技術類型歸類，並簡要介紹各案技術重點。

1. 物理處理

【案例 1】可減少洩漏或溢出之流體分離元件

²⁹ 阮明淑、梁峻齊，專利指標發展研究，Journal of Library and Information Science 35（2）：88-106（October, 2009）

<https://jlis.glis.ntnu.edu.tw/ojs/index.php/jlis/article/viewFile/529/529>

[專利名稱] Fluid Separation Element ; 流體分離元件

[公告號] EP 943367 B1

[先前技術]

習知的流體分離元件，如圖 3-38 所示，當於網狀構件 (165) 內的流體分離元件 (151) 的直徑小於壓力容器 (166) 的內徑時，網狀構件不與壓力容器接觸，並且由於壓力容器與流體分離元件間隙不能密封，相對大量的給水 (163) 通過壓力容器和流體分離元件間隙不能密封，相對大量的給水 (163) 通過壓力容器和流體分離元件之間的間隙。結果，沿分離膜表面通過的給水量減少，滲透水的量降低，膜分離中的脫鹽性能大大降低，尤其是在給水含鹽濃度高的海水脫鹽等過程中，由於濃度極化的影響很大，滲透水 (164a) 的品質則會明顯降低。

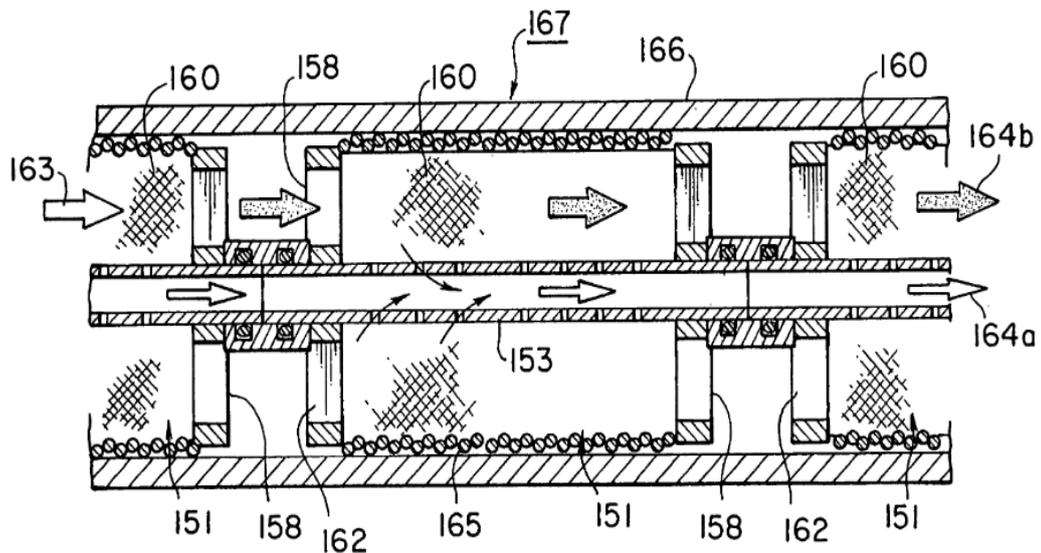


圖 3-38. 習知的流體分離元件

[實施方式]

如圖 3-39 所示，使用流體分離裝置（40）進行流體分離時，供應到壓力容器中的給水（20）通過防伸縮板(10)的給水通道（11），進入流體分離元件（9）的膜單元（7）。

當進料到膜單元的給水沿著進料載體材料（6）向下游流動時，一部分給水通過分離膜（4）而滲透，不必要的成分如鹽被除去，滲透的水（21）流入滲透載體材料（5）後，流向位於流體分離元件中心部分的滲透液收集管（3）。到達滲透液收集管的滲透水通過滲透液收集口（2）進入管，然後沿下游方向流出。滲透液收集管中的滲透水流經下一個防伸縮板的接頭管部分的滲透水通道，進入下一個流體分離元件的滲透液收集管，而未經流體分離元件處理的濃水通過防伸縮板的給水通道（11）進入下一個流體分離元件，並由下游側（下一個）流體分離元件處理。

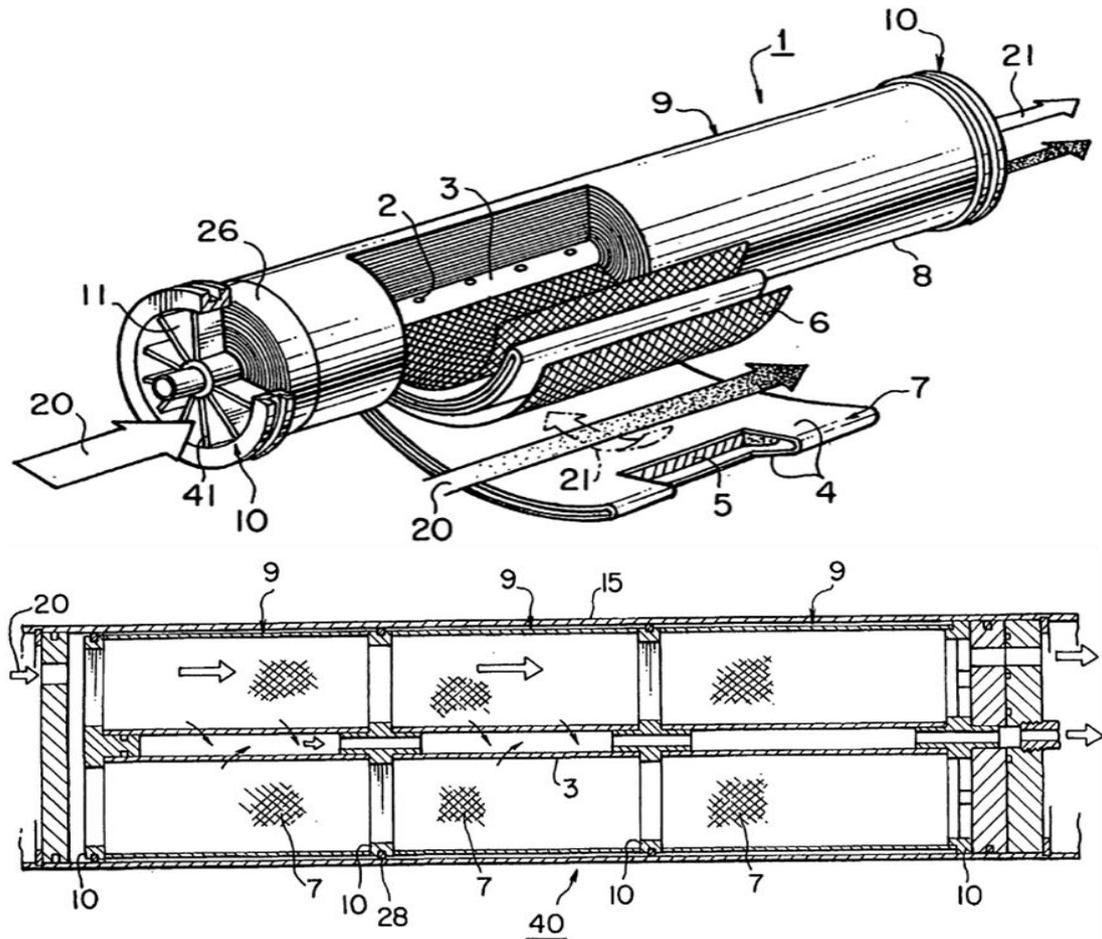


圖 3-39. 流體分離元件

1：流體分離元件、2：滲透收集口、3：滲透收集管、4：分離膜、5：滲透載體材料、6：進料載體材料(feed carrier material)、7：膜單元、8：包覆材料、9：流體分離元件、10：防伸縮板、11：給水通道、15：壓力容器、20：給水、21：滲透水、28：密封圈、41：肋條

[技術功效]

利用水密封裝置防止給水從流體分離元件 (9) 和防伸縮板 (10) 之間間隙洩漏到壓力容器 (15) 與流體分離元件的包覆材料 (8) 之間間隙。此外，在防伸縮板的週邊設置有密封圈，可以自由拆卸，以防止大量給水直接流過防伸縮板的週邊部分並

洩漏到壓力容器和下一個流體分離元件之間的間隙中。因此，本案可改善洩漏或溢出給水量過多而產生的問題。

【案例 2】CMP 研磨廢液回收

[專利名稱] Method And Apparatus For Recover Of Water And Slurry Abrasives Used For Chemical And Mechanical Planarization；用以回收使用於化學性與機械性平面化處理之水及泥漿狀研磨劑的方法與裝置

[公告號] TW 418176 B

[先前技術]

半導體晶圓 CMP 廢液中，研磨成分約占原始廢液的 8%至 15%，其餘成分由其他化學試劑構成，如安定劑或氧化劑和水。然而，由於法規規定，工業廢液中溶解或懸浮固體的處置已成為一個急需處理的問題，因此需要可以從廢液中去掉研磨成分技術和設備，以便將該廢液回收再利用。雖然逆滲透、過濾、離心或電泳等傳統技術已被用於從漿粒直徑大於約 3~4 微米顆粒的廢液中回收水，但這些技術並不能有效地處理半導體工業廢物中產生的次微米膠體懸浮液，此類技術通常也僅限於批量處理或低生產容積，並且不容易適應大容量、連續處理，造成在去除此類廢物

流中的細小懸浮固體方面使用過濾方式通常效率低下且成本高昂。

[實施方式]

如圖 3-40 所示，從 CMP 廢漿料中回收研磨劑或顆粒的裝置 (10)，由廢料收集槽 (14) 接收來自入口管路 (12) 的原始廢液，收集槽中的廢漿料通常由由馬達 (27) 驅動的收集罐中的攪拌器攪拌，保持在特定環境溫度和壓力之範圍下，產生近似中性 pH 值的漿液流出物。

上述漿液流出物可以透過廢料收集槽 (28) 與廢液出水管線 (30) 間的泵 (29) 連續排放至一個或多個處理腔室或分離塔 (36)，用於將上述漿液流出物分離成含有較大比例磨料顆粒的部分，以及含有較小比例磨料顆粒的上清液部分。其中，多個分離塔可以串聯連接，使得最上游的分離塔從廢漿液收集池接收上述漿液流出物，隨後的下游分離塔從上游分離塔接收漿液流出物的較輕之上清液部分。最下游的分離柱上清液出口攜帶處理後的上清液進行進一步處理。

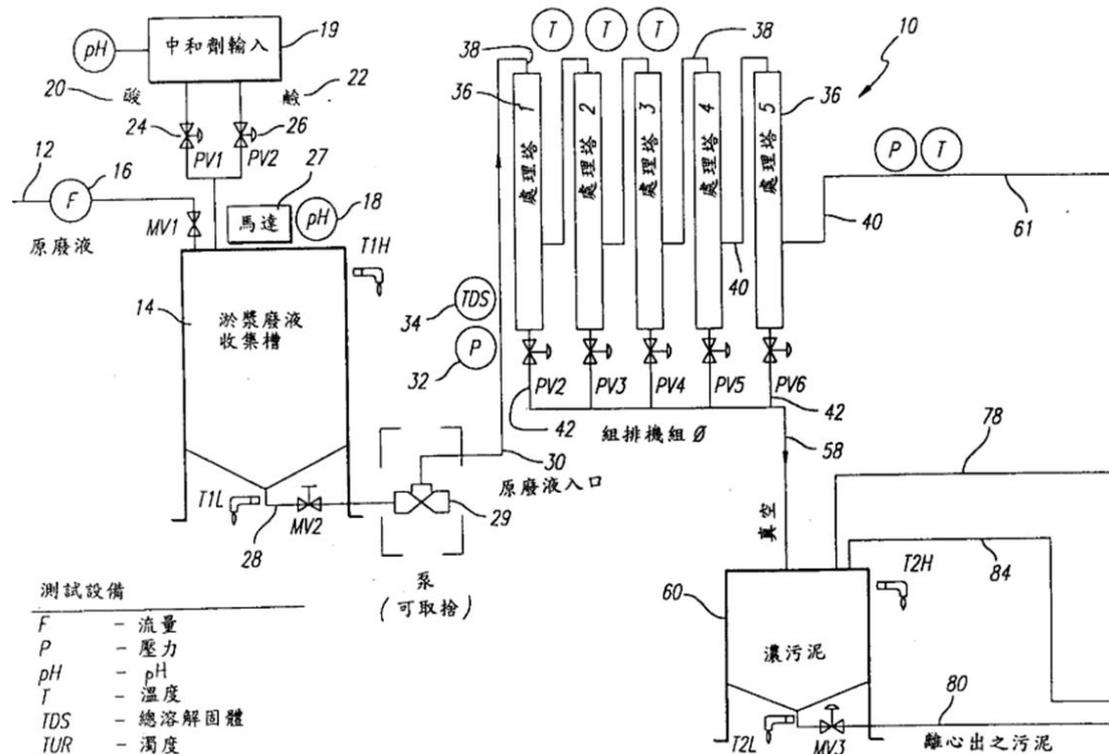


圖 3-40. CMP 廢液回收系統

10：回收研磨粒子裝置、12：入口管路、14：廢漿料收集槽、16：流量計、18：PH計、19：控制器、20：酸儲存槽、22：鹼儲存槽、24：酸閥、26 鹼閥、27：馬達、28：收集槽出口、29：泵、30：廢液出水管線、32：壓力泵、34：總溶解固體劑量儀、36：處理塔/分離塔、38：入口、40：出口管線、42：固體出口、58：出口管線、60：固體收集槽、61：上層管線、78：固體管線、80：出口管線、84：流體管線

[技術功效]

本案例用於從用於半導體材料平坦化的 CMP 廢漿料中分離和回收研磨漿料和水，可在平坦化過程中回收和再利用磨料，以及液體流出物的再利用。例如，用於灌溉水、處理冷卻水或作為逆滲透系統的補充水，在滿足精細研磨製程的需求下，達成減少廢棄物的功效。

【案例 3】利用膜過濾技術來淨化廢水

〔專利名稱〕 Method For Water Filtration；一種過濾水的方法

〔公告號〕 US 7553418 B2

〔先前技術〕

大多數深床過濾器是間歇過濾及反洗周期的半連續運行。過濾器中的流動方式可分為上流、下流或橫流，可以使用兩種操作模式逐漸降低或恆定的過濾速率，但兩種模式都存在操作困難，特別是在總進水及出水流量的物理平衡以及控制單個過濾器和多個過濾器之間的過濾速率方面；在排放濾液的過程，這些濾液具有增加的懸浮固體和濁度，且深床介質需要徹底反洗（Backwash），排放濾液過程增加了深床過濾操作所用水的百分比，在反洗期間，過濾過程會中斷，從而減少過濾器的處理量。

膜過濾技術在水淨化及廢水處理則適用於低至高度濃縮的懸浮液處理，幾乎可以產生無懸浮固體及濁度的出水，在這類系統中，膜常會被堵塞，而膜恢復的困難及成本是這類系統的一個缺點。因而，業界有時膜安裝在深床過濾器之後，可進一步延長了膜再生之間的周期。

〔實施方式〕

如圖 3-41 所示，進水原水及來自氣體傳輸單元（14）的回收液體經由原水分配裝置（3）被水平地送入過濾罐體的中間區段。具有較高沉降速度的一部分顆粒沉降到底部區段（23），進一步濃縮生成底部污泥區（24）。

進水原水的平衡部分基本上向上穿過浮動顆粒的深床（2），其中大量難以沉降的顆粒被深床材料截留並聚集或凝聚。由於在深床中去除了原水進水中的大部分懸浮固體，形成了第一濾液。第一濾液進一步通過傾斜元件（6）中的膜過濾，形成第二濾液（清潔出水）。出水被收集在管（7）和管（8）中，並通過管（9）輸送到井（19）中。從井中，出水通過泵（20）經由管線（21）排放。此外，深床和膜過濾介質的清潔透過管線（10）進行連續或定期的空氣和/或其他氣體（例如二氧化碳、二氧化硫等）之反洗來實現。

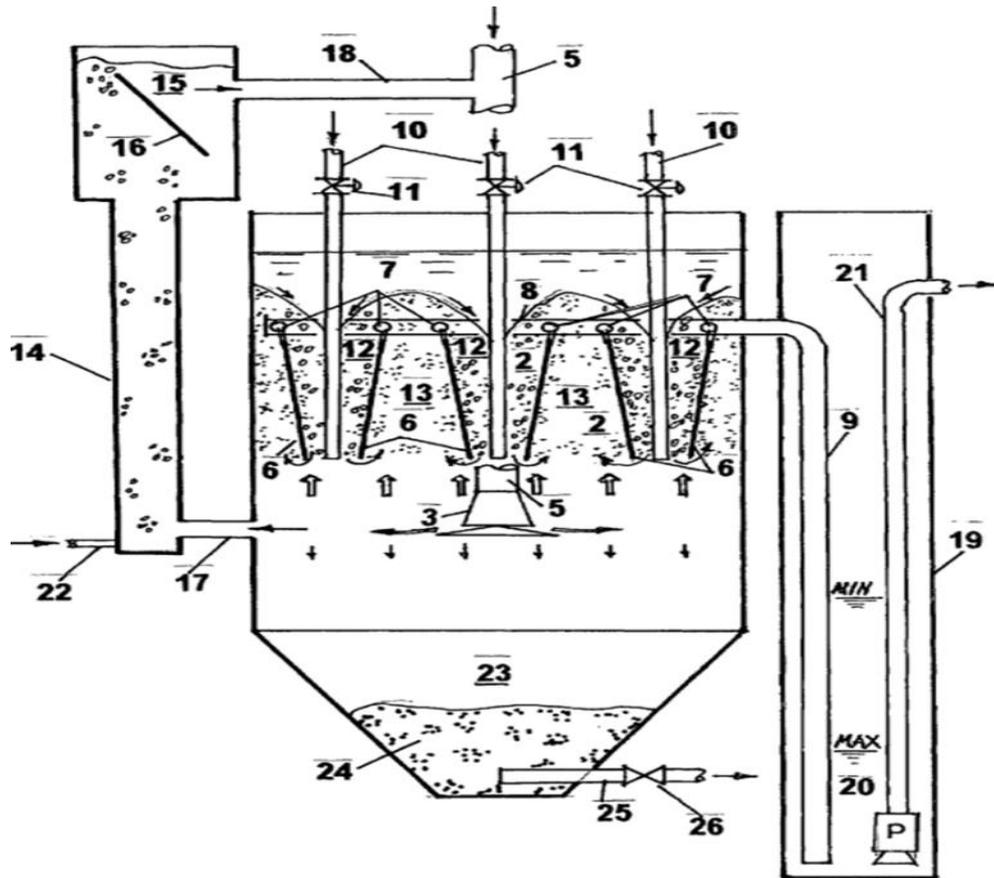


圖 3-41. 深床膜過濾系統

1：儲罐、2：深床、3：原水分配裝置、5：進料管、6：傾斜板（帶有膜元件）、7：收集管路、8：管路、9：管路、10：曝氣管線、11：電磁閥、12：區域、13：區域、14：氣體輸送裝置、15：氣泡分離器、16：斜板、17：管路、18：管路、19：井、20：泵、21：管路、22：供氣管路、23：區域、24：底部污泥區

〔技術功效〕

本案例可產生單獨使用深床過濾或膜過濾無法達到的協同效果，同時可再生深床及膜介質，不會中斷膜過濾過程，且比單獨使用深床或膜系統具更長的過濾周期，亦可更有效率地去除雜質，從而生產出符合要求的水質。

2. 化學處理

【案例 1】逆滲透(RO)系統的改良

[專利名稱] Method And Apparatus For High Efficiency Reverse Osmosis Operation ; 高效率逆滲透作業之方法與裝置

[公告號] TW 404847 B

[先前技術]

RO 水處理系統之操作受限於 pH 值，pH 值大約為 9 的情況下，較難持續地生產高純度處理水。因此，在傳統的技術研究中，經由使用化學添加劑調整成較適度的 pH 值，來避免水垢或其他不良物質的形成。習知的醋酸纖維素薄膜被限制在 pH 值為 4~7 的範圍內使用，且較新的聚醯胺所組成之薄膜，則在 pH 值大約為 4~8.5 的範圍內使用，雖然偶而有些應用中會嘗試較高的 pH 值來操作，但一般均使用在無矽的應用中。

[實施方式]

本案例之水處理系統/操作方法，如圖 3-42 所示，係在以高 pH 值的 RO 操作之後，有效除去硬度及鹼性，以產生具有低矽水平的透過液，以及達成較高水回收率，主要步驟整理如下：

1. 第一步驟：調整供水的硬度/鹼性比率

適度地調整硬度/鹼性比率，可利用鹼性添加劑（13；碳酸鈉）所達成，使在下一處理步驟中，可完全地移除硬度。

2. 第二步驟：弱酸陽離子（12；WAC）樹脂可定量地移除硬度

具有合適的硬度/鹼性比率流入物（水）通過弱酸陽離子樹脂，其中氫離子在陽離子交換處理中被釋出，而與鹼性產生作用，產生了碳酸（ H_2CO_3 ； $\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$ ），其溶解於 WAC 流出物（18）中。

3. 第三步驟：WAC 流出物中添加酸（14），以清除剩餘的鹼性

弱酸陽離子交換樹脂在移除硬度及鹼性極為有效，而為提高效率，進一步移除鹼性則為必須，可於 WAC 流出物中添加酸而達成。

4. 第四步驟：零硬度的酸性流出物內，進行脫碳作用後，添加鹼

可在一強制/誘導通風脫碳器或在既存之真空脫氣器（20）來達成。脫碳之零硬度水（零鹼性）加入可溶鹼（22；氫氧化鈉）調整成 pH 值至 10.0 或更高之供薄膜處理的進水（25）。

5. 第五步驟：使用 RO 處理生產高純水

高壓泵（26）施壓將供薄膜處理的進水（25）壓送至 RO 形式薄膜分離單位（30）。來自薄膜分離單位的拒斥流（32），可

被排出或被送往進一步的處理。來自薄膜分離單位的透過液 (34)，可被使用為純水或進一步將之純化以移除其餘污染物，例如，供給半導體製造業具有高純度水需求的使用者，會需要 18.2 meg ohm 純度的水。在傳統半導體工業中生產高純水 (38) 的 RO 處理後系統，包含一陽離子交換器 (40)，一陰離子交換器 (42)，以及主要 (44) 及輔助 (46) 混合底座磨光器離子交換單位。最後，在許多超純水系統中，均進一步地在最終過濾單位 (48) 及紫外線放射單位 (49) 中再處理，以各別地除去微粒及生物性污染物積垢。

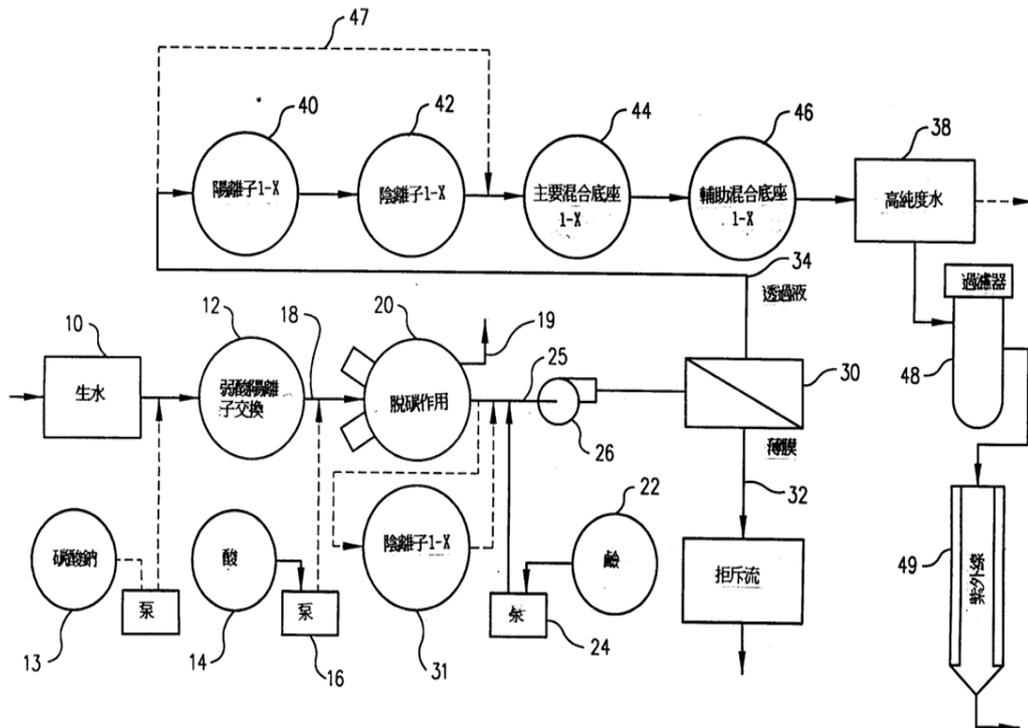


圖 3-42. 水處理系統

10：生水、12：弱酸陽離子交換單位、13：碳酸鈉鹼性源、14：酸、16：泵 18：流出物、19：二氧化碳、20：除氣器、22：鹼、24：泵、25：水、26：高壓泵、30：薄膜分離單位、32：拒斥流、34：透過液、38：高純度水、40：陽離子交換器、42：陰離子交換器、44：混合底座、46：輔助磨光混合底座離子交換單位、47：線、48：過濾單位、49：紫外線

〔技術功效〕

本案例之淨水系統可於高 pH 值的 RO 操作之後，有效除去硬度及鹼性，以產生具有低矽水平的透過液，再經過處理可作為符合半導體製造業高純度水標準的再生水。

【案例 2】利用混凝劑或絮凝劑降低淤泥密度指數，避免濾膜堵塞

〔專利名稱〕 Water Treatment Method Comprising A Rapid Settling Step Followed By A Filtration Step That Is Performed Directly On The Micro Or Ultra Filtration Membranes And Corresponding Device；快速沉降步驟和隨後直接在微濾或超濾膜上進行的過濾步驟的水處理方法和裝置

〔公告號〕 KR 101413423 B1

〔先前技術〕

逆滲透膜與奈米濾膜一樣，為了避免濾膜堵塞，常常需要進行水預處理以降低廢水的堵塞能力，且通常利用淤泥密度指數

(SDI) 來衡量。SDI 值通常期望在任何情況下都能在低於或等於 4 的值，若高於 4 則會導致逆滲透膜或納濾膜過度堵塞，需要經常對膜進行化學清洗，且會縮短濾膜使用壽命，造成不利的影響。此外，先前技術的預處理，為了獲得足夠低的 SDI，係透過緩慢沉降的方式達成，其效率有待改善。

[實施方式]

如圖 3-43 所示，其為使用混凝劑 (3)、絮凝劑池 (4) 及液固分離裝置 (1；沉澱池) 的系統，沉降速度範圍為 15 至 200 米/小時，該沉澱池下游設有汲取沉澱水 (1b1) 和用於提取澄清池污泥 (1b2) 的裝置，以提供澄清的污泥/砂混合物在絮凝池中的再利用，以及提取污泥 (1b3) 進行污泥處理。

沉澱水 (1b1) 通過臭氧注入裝置 (6) 完成殺菌或消毒，然後再利用超濾膜或微濾膜 (2) 前過濾的裝置先行過濾，其處理後的水由迴圈迴路 (5) 返回，處理系統將優選地配備有用於繞過液固分離步驟 (7) 及臭氧化步驟 (8) 的迴路，以便允許直接超濾或微濾處理。此外，化學試劑 (混凝劑或絮凝劑) 或活性碳可以利用注射裝置 (10 或 11) 在液固分離裝置的區域中補充。

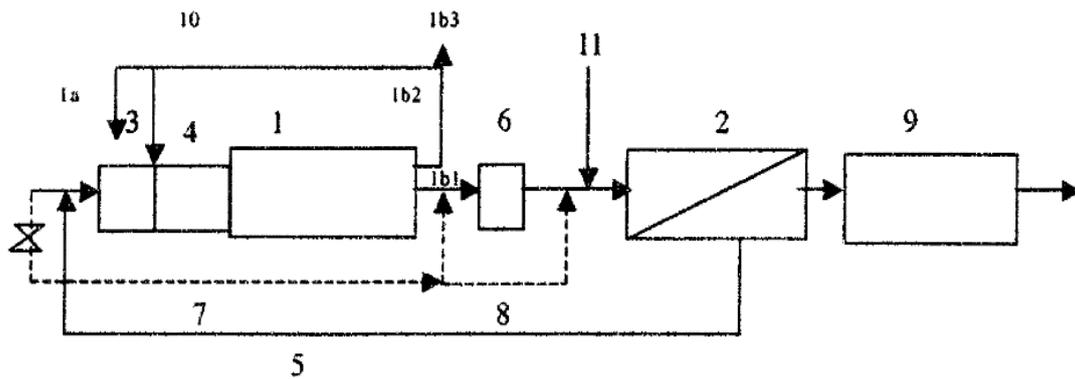


圖 3-43. 快速沉降及微濾/超濾膜之系統

1：液固分離裝置（沉澱池）、2：超濾膜、3：混凝劑、4：絮凝劑儲罐、5：迴圈迴路、6：臭氧注入裝置、7：液固分離步驟、8：臭氧化步驟、9：逆滲透膜或奈米過濾、(10、11)：注入裝置、1b1：萃取沉澱水、1b2：提取澄清池污泥、1b3：提取污泥

〔技術功效〕

本案例之液固分離步驟包括以大於 15 米/小時的表面速度執行沉降，再利用超濾膜或微濾膜前過濾的裝置直接過濾，可以有效率地連續獲得 SDI 低於 4 的水，甚至達到低於 3 甚至 2 的值。

【案例 3】原位臭氧達成水淨化之裝置

〔專利名稱〕Method For Water Filtration；水過濾的方法

〔公告號〕US 7553418 B2

〔先前技術〕

為了在不使用殺菌劑（如氯和其他化學品）的情況下進行水的淨化，本領域之習知技術為使用臭氧（O₃）作為消毒劑。然而，臭氧通常在介質（水）外製備，然後通過注入器或接觸柱中

的鼓泡注入水中，這使得該過程需要多種設備才可完成，因而造就該裝置體積龐大且成本高昂，有待改善。

[實施方式]

如圖 3-44 所示，在容器 (3) 的末端部分 (19) 設置有入口裝置，用於將要淨化的含污染物水引入容器，這些入口裝置可以包括通向容器的末端部分的圓形週邊的導管 (25)。在另一端部分 (21)，設置有用於從容器中回收處理水的出口裝置，這些出口裝置可以包括位於末端部分的中央位置的導管 (27)。

反應器 (1) 包括由對紫外光透明的材料製成的中心管道 (31)，該管道在容器內同軸延伸，並被由導電材料製成的金屬絲網 (32) 包圍，該導電材料可以是金屬或石墨。金屬絲網透過電連接器 (33) 連接到直流電源 (5)，金屬絲網充當陽極。

反應器 (1) 還包括圍繞管道的多孔介質 (34；透水和多孔介質)，另一金屬絲網 (35) 圍繞著多孔介質，該金屬絲網充當陰極。分別由導線網格 (32) 和 (35) 定義的陽極和陰極同心延伸，連接到電源 5，用於在其之間產生電位差，並被多孔介質隔開，在中心管道 (31) 附近產生氧氣。

紫外外燈（36；波長 189 nm）將容器內電解產生的氧氣原位轉化為臭氧，由此產生的臭氧會與水中所含的污染物發生反應，並將其轉化為氧化產物。

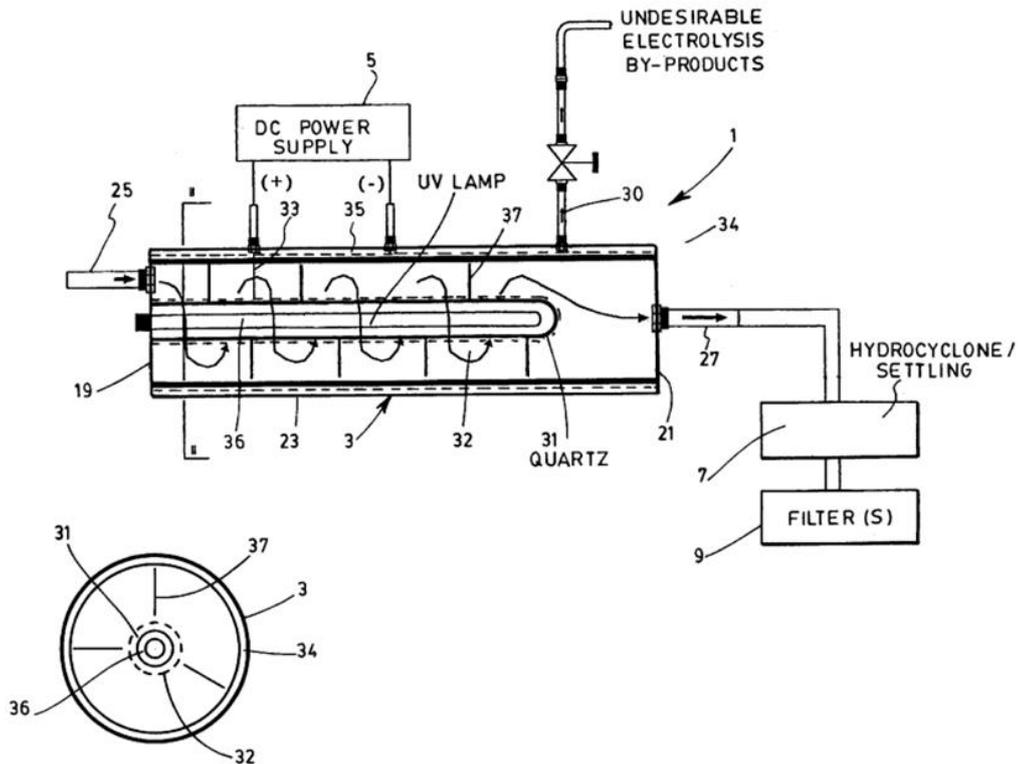


圖 3-44. 原位臭氧淨化裝置

1：反應器、3：容器、5：直流電源、7與9：裝置、19與21：末端、23：中間部分、25：導管、27：導管、31：中央導管、32：金屬絲網、33：電連接器、34：多孔介質、35：金屬絲網、36：紫外光燈、37：隔板

[技術功效]

本案例透過電解產生的氧氣與波長為 189nm 的紫外線之間的相互作用，可以在水流內部原位產生臭氧，這種原位臭氧生產免除了臭氧產生器或臭氧注入外圍設備的使用，且用這種方式產生的臭氧處於易於溶解的狀態，可以殺死污染性的活性污染物，如

細菌和病毒，同時分離不需要的電解副產物，亦可防止操作過程中產生的氫氣和其他陽離子重新進入水流的優點。

【案例 4】使用電混凝之水淨化系統

[專利名稱] Treatment Process And System For Wastewater Process Waters And Produced Waters Applications ; 廢水、製程用水等的處理製程和系統

[公開號] US 2009/0107915 A1

[先前技術]

廢水可能含有油、油脂、金屬、高懸浮固體等，通常需要許多過程才能從給定的污染給水源中獲得所需純度的成品水。傳統的處理流程可包括化學處理、過濾、離子交換、薄膜製程以及無數其他製程，例如曝氣、化學沉澱和絮凝（石灰軟化）、擴散氣浮（DAF）、核桃殼過濾、活性炭過濾、陽離子交換（軟化）和逆滲透（RO）等，業界需要一種用於大規模處理污染水的高效且經濟的系統和方法，所述污染水包括但不限於工業廢水或製程水等。

[實施方式]

如圖 3-45 所示，流體（11）合併回收流（475），經過濾器（105）進入電混凝（Electro-Coagulation ; EC）系統。該電混凝

系統（100）包括反應器單元和犧牲電極，當待處理的流體穿過 EC 系統，反應器單元並且電壓被施加到犧牲電極中，反應性金屬離子被釋放到流體中，促使引發顆粒、膠體等的凝結以及不溶性沉澱物的形成的電化學反應。這些反應包括但不限於氧化/還原反應，其導致有機物氧化並促進由反應性金屬離子從反應物中釋放而產生的各種不溶性化合物的凝結。

流體（150）從流出電凝系統（100）至凝結反應容器（CRV；200），停留時間在該凝結反應容器在三至五分鐘的範圍內，使凝結過程有時間完成。

流體（250）通過幫浦（220）至固/液分離系統（300），其中凝結顆粒與製程流體分離。幫浦（320）用來傳送固體/液體分離器流出物（350）至超濾系統（400）。濾液（450）進入活性炭（GAC）過濾系統（500）。濾液（550）被存入濾液槽（580）。濾液（590）進入膜分離系統（600），且透過 PH 調整流（640）使膜分離系統（600）的 PH 成為習知的適當數值。濾液（650）進入鈉吸附比調整系統（900），最後形成最終處理過後的水流（90）。

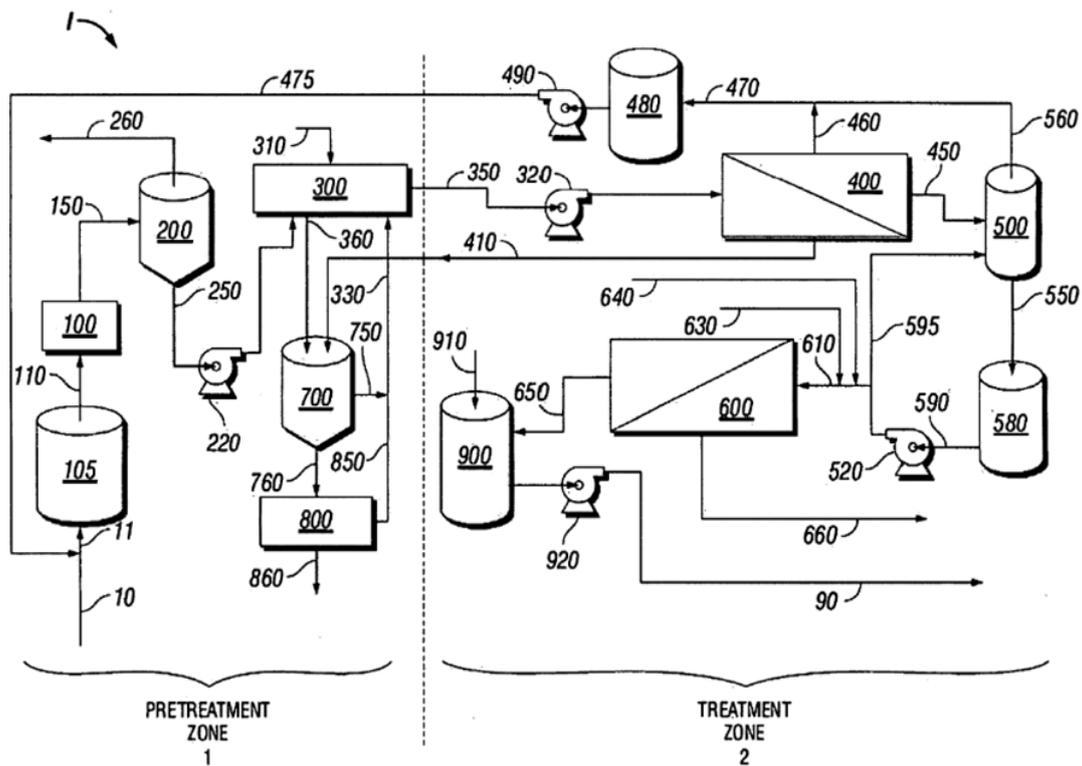


圖 3-45. 廢水或製程用水的處理系統

(11、90、150、250、350、450、550、590、650)：流體、100：EC 系統、101、102：反應器單元、103：犧牲電極、105：過濾器、200：凝結反應容器、220、320、520、920：幫浦、300：固/液分離系統、310：絮凝劑流、400：超濾系統、500：活性碳 (GAC) 過濾系統、580：濾液槽、600：膜分離系統、640：PH 調整流、700：污泥濃縮機系統、800：污泥脫水系統、900：鈉吸附比調整系統

〔技術功效〕

本案例所揭露的水處理系統相對於傳統的化學處理系統具有許多優點，特別是在薄膜系統處理之前對廢水進行電混凝之「預處理」方面，幾乎免除與凝結/絮凝過程相關的化學需求來實現水處理，且該方法和系統具有大於 25% 的總水回收率。

【案例 5】使用電解去離子法等技術之水淨化系統

[專利名稱] Ion Exchanger Method Of Producing The Same Apparatus For And Method Of Demineralizing An Aqueous Liquid ; 離子交換器及製造其之方法
與用以將含水液體脫礦質之裝置與方法

[公告號] TW 423989 B

[先前技術]

「電氣去離子」一般係指稱用以淨化液體之裝置與方法，其係結合離子交換樹脂、離子交換膜和電來淨化液體，可包含陽離子滲透膜與陰離子滲透膜的交錯配置，其係在其間界定出多個分室（稀釋分室、濃縮分室），且於交錯的分室中設有離子交換樹脂。藉由電流傳導，離子係從該等稀釋分室、經由離子交換樹脂與離子滲透膜而進入該等濃縮分室。流經該等濃縮分室之液體係被排出或部份再循環，而流經該等稀釋分室之被淨化的液體係被還原當作去離子後的液體產品。

[實施方式]

如圖 3-46 所示，濃縮分室（44、46）以及在該等濃縮分室之間的一個代表性的稀釋分室（48）。陽離子滲透膜（36、38）和陰離子滲透膜（40、42）係界定該等濃縮分室與稀釋分室。隔片（未

示出)係被放置在該等稀釋分室與濃縮分室內的膜之間。在該等稀釋分室內之隔片具有開口用以放置離子交換材料(49;離子交換樹脂珠)。當然,離子交換樹脂亦可被放置在該等濃縮分室內。

當待淨化之液體如箭頭(58)所標示地流經該稀釋分室(48)時,流入的液體與離子交換樹脂珠接觸。陽離子交換樹脂具有固定的負電荷並且捕捉出現於液體中諸如鈉離子之陽離子。陰離子交換樹脂具有固定的正電荷且捕捉出現於液體中諸如氯離子之陰離子。當待淨化的液體在該等陽離子交換樹脂珠與該等陰離子交換樹脂珠間發生離子交換時,電壓會分別導引分別以鈉離子與氯離子為代表之不想要的陽離子與陰離子行經滲透膜並且進入相鄰的濃縮分室(46與44)。

水係在該電氣去離子裝置(10)內被淨化。電流會感應一些水分解成氫與羥離子。如箭頭(66)所示,該等氫離子係被輸送通過該陽離子交換樹脂,朝向該陽離子交換膜(38),並且通過陽離子交換膜進入該濃縮分室(46)。如箭頭62所示,該等羥離子係被輸送通過該陰離子交換樹脂,朝向陰離子滲透膜(40),並且通過陰離子可滲透膜進入該濃縮分室(44)。因此,該離子交換樹脂材料與離子交換樹脂材料係不斷地被再生。

關於陰離子雜質，例如在稀釋分室（48）內待淨化水中之氯離子係藉由陰離子交換樹脂吸收，或由一般的離子交換機構，接著如箭頭（60）所示係和羥離子一起被輸送通過該陰離子交換樹脂且通過陰離子滲透膜而進入濃縮分室（44）。同時，等量的氫離子與陽離子雜質係從一相鄰的稀釋分室被傳送進入濃縮分室，如箭頭（70）所示。

關於陽離子雜質，例如在稀釋分室（48）內待淨化水中之鈉離子係藉由陽離子交換樹脂材料吸收，或由一般的離子交換機構，係接著如箭頭（64）所示與氫離子一起被輸送通過該陽離子交換樹脂，並且通過陽離子滲透膜進入濃縮分室（46）。同時，等量之羥離子與陰離子雜質係從一相鄰的稀釋分室被輸送進入濃縮分室，如箭頭（68）所示。

流經該等濃縮分室（44 與 46）之水係流至一廢水桶(未示出)或係被再循環利用，流經稀釋分室（48）之已淨化的水係被回收再利用。

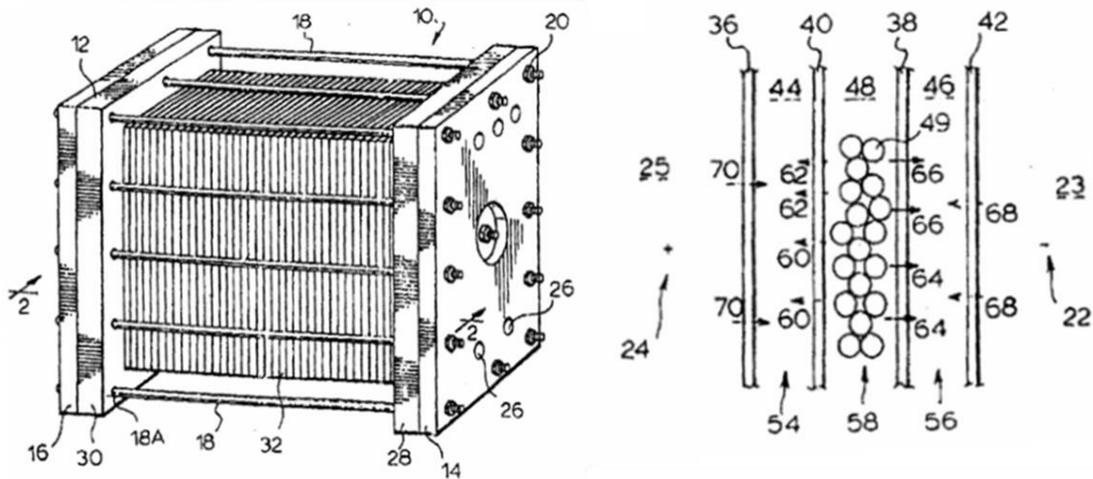


圖 3-46. 廢水或製程用水的處理系統

10：電氣去離子裝置、22：陰極、23：陰極分室、24：陽極、25：陽極分室、26：開口、(44、46)：濃縮分室、48：稀釋分室、36、38：陽離子滲透膜、(40、42)：陰離子滲透膜、49：離子交換樹脂珠、50：陽離子交換樹脂、(58、60、62、64、66、68、70)：箭頭

[技術功效]

本案例提供一種電氣去離子裝置，該裝置具有呈現連續相之第一離子交換材料於稀釋分室中，該第一離子交換材料內含呈現分散相之第二離子交換材料的群集以及一種在具有此種離子交換材料於稀釋分室的配置方式。該配置容許厚度與大小上的增加，藉此使得更多的樹脂能被放置在該等稀釋分室中，並且減少在流量上的增加時相對所需要的膜區域個數。

3. 生物處理

【案例 1】生物性水處理的流體化床反應器

[專利名稱] Fluidized Bed Reactor For Biological Treatment Of
Water；以流化床反應器做生物性水處理

[公告號] CA 1280227 C

[先前技術]

生物床反應器具有許多優點，包括：待處理的廢水與微生物團塊之間有更好的接觸，並且由於顆粒材料具有非常大的表面積，因此能保留更高的處理量。然而，所有這些現有技術反應器都有缺點，包括難以確保流體引入和均勻分布到顆粒材料層中，以及難以拆解、分離或回收顆粒材料，且已知的反應器不太適合於三相混合物，包括：待處理的液體、氣體（空氣、氧氣、富氧空氣或甲烷等）和顆粒狀材料，因此，需要一種能夠很好地處理上述三相混合物的反應器。

[實施方式]

如圖 3-47 所示之微物流體化床反應器，待處理的流體透過反應器（1）底部的通道（3）導入反應器，而處理後的流體透過通道（4）離開。

流體（如廢水）和氣體裝置（5）位於反應器的底部，當氣體被添加到待處理的流體中，並且該氣化流體通過流體化區（2）時，形成三相混合物，其中包括：待處理的流體、氣體和顆粒材料。

流體化區上部的三相混合物透過輸送管（6）輸送到反應器的上部，其包含脫氣外殼（7）及位於脫氣外殼與流體化區間的傾析腔室（8；Decantation），本案例係利用傾析這種方法可用來分隔液體和固體，好處是簡單且設置成本較低。

脫氣外殼包括位於外殼頂部的通道（9），用於將添加到流體中的氣體帶出反應器，而其中的流體的速度通常低於 1 釐米/秒，可達成水與顆粒材料之混合物在傾析腔室中分離之效果。

此外，傾析腔室之下部由錐形截面（8b）之外殼所定義，而其設置一回收管從外殼的錐形截面向下延伸之回收管（11），以便將顆粒狀物料引導至流體化區。回收管亦裝有控制裝置，其用於控制流體排出的流量，該流體通過回收管回送至流體化區（2）作微生物生化反應。

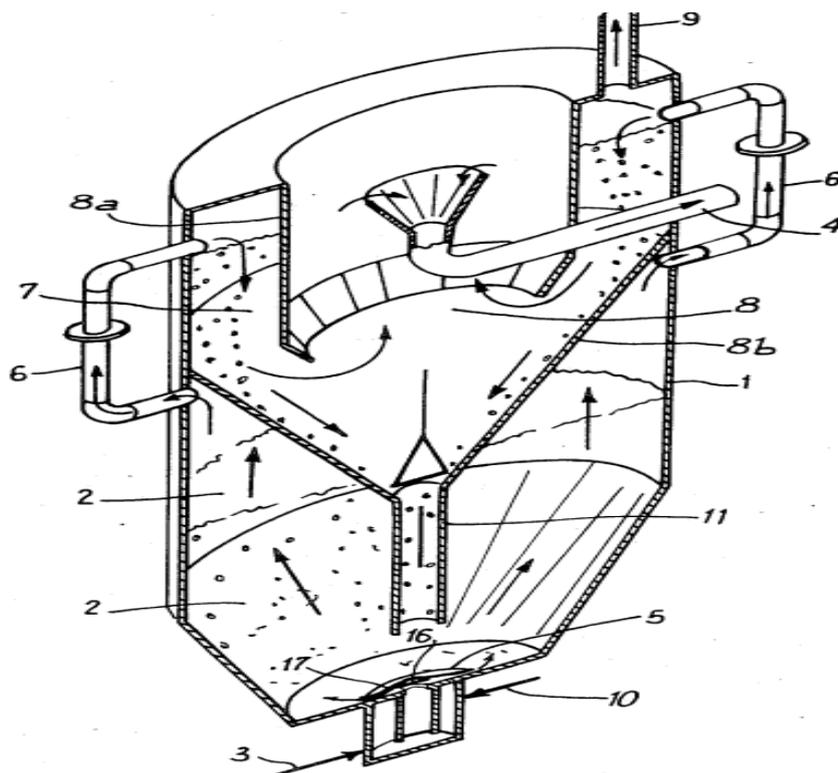


圖 3-47. 微生物流體化床反應器

1：反應器、2：流體化區（Fluidization Zone）、3：通道、4：通道、5：流體引入裝置、6：輸送管、7：脫氣外殼、8：傾析（Decantation）腔室、8a：同軸部分、8b：錐面、9：通道、10：通道、11：回收管、16：板、17：膜

〔技術功效〕

本案例適合於提供一種透過使用三相混合物（待處理的流體、氣體和顆粒材料）對流體進行微生物處理的反應器，利用氣體以引起湍流以減輕顆粒顆粒並在反應器中產生「氣舉（Gas-Lift）」效應，這有助於流體和顆粒材料的間的微生物生化反應，又利用傾析（Decantation）方法有效且簡易地分液體和固體，回收含有微生物團塊的顆粒材料。

【案例 2】微生物污泥反應器

〔專利名稱〕 Zero Excess Sludge Membrane Bioreactor；零剩

餘污泥膜生物反應器

〔公告號〕 US 7311833 B2

〔先前技術〕

在以微生物處理含有過量營養物質（Excessive Nutrients；例如，以蛋白質或氮形式存在的廢水）的過程中，經常會產生過量污泥。其原因在於：在好氧硝化過程中，主要是氮氧化細菌先將氮轉化為亞硝酸鹽，硝酸鹽氧化菌進一步將亞硝酸鹽氧化為硝酸鹽，而在缺氧反硝化過程中（最好溶氧小於 0.5mg/L），硝酸鹽被一群反硝化細菌轉化為氮氣。

實務上，為了提高處理廢水的效率，已將超孔或微孔膜浸入好氧室或好氧池中，並在膜的一側施加真空抽吸，且側流設計可能是處理各種廢水之更可行的選擇。在這兩種情況下，通常係透過浸沒式膜生物反應器的氣泡沖刷或側流裝置的高速循環來保持污泥停留時間（SRT），且必須根據製程設計的實際需求，連續或間歇地廢棄一定量的剩餘污泥。

〔實施方式〕

圖 3-48 所示之微生物污泥反應器，給水 (1) 通過進料泵缺氧生物反應器 (16)，該缺氧生物反應器有兩個隔間，上部隔室 (42) 主要用於沉降，下部隔室 (41) 主要用於儲存沉澱，兩者之間是帶孔的板式流量調節器 (38)，以提供均勻的上流到斜板 (37) 底部及導流牆 (34)。在缺乏足夠的溶解氧的情況下，所述給水與回收的好氧性污泥之混合液變成缺氧，為了實現更高的反硝化作用，溶解氧通常保持在 0.5 mg/L 以下。

好氧生物反應器 (17) 具有回收好氧污泥出口 (6)、用於維護檢查的排水出口 (49)、充氧進氣口 (7) 和沖刷進風口 (8)，這兩個進氣口共用由鼓風機 9 提供的相同空氣源。

滲透液 (13) 通過連接到兩個膜集管 (20) 的滲透管路 (19) 間歇性地被泵 (14) 吸出。泵之負吸力在膜 (21) 的纖維壁上提供跨膜壓力，在壓力的驅動下，只有滲透液通過膜壁進入管腔 (23)，而好氧性污泥則被排除，過濾後的滲透液 (13) 任選地儲存在滲透罐 (12) 中或通過出口 (11) 釋放，如果需要，可以作為 (10) 的膜反沖洗源或在線清洗水源以相反的方向進行滲透吸入。

此外，有氧條件對於深度硝化和快速去除 COD 是必要的，為了創造好氧環境，則在膜元件（24）的下方安裝有充氧細胞擴散器（28）。

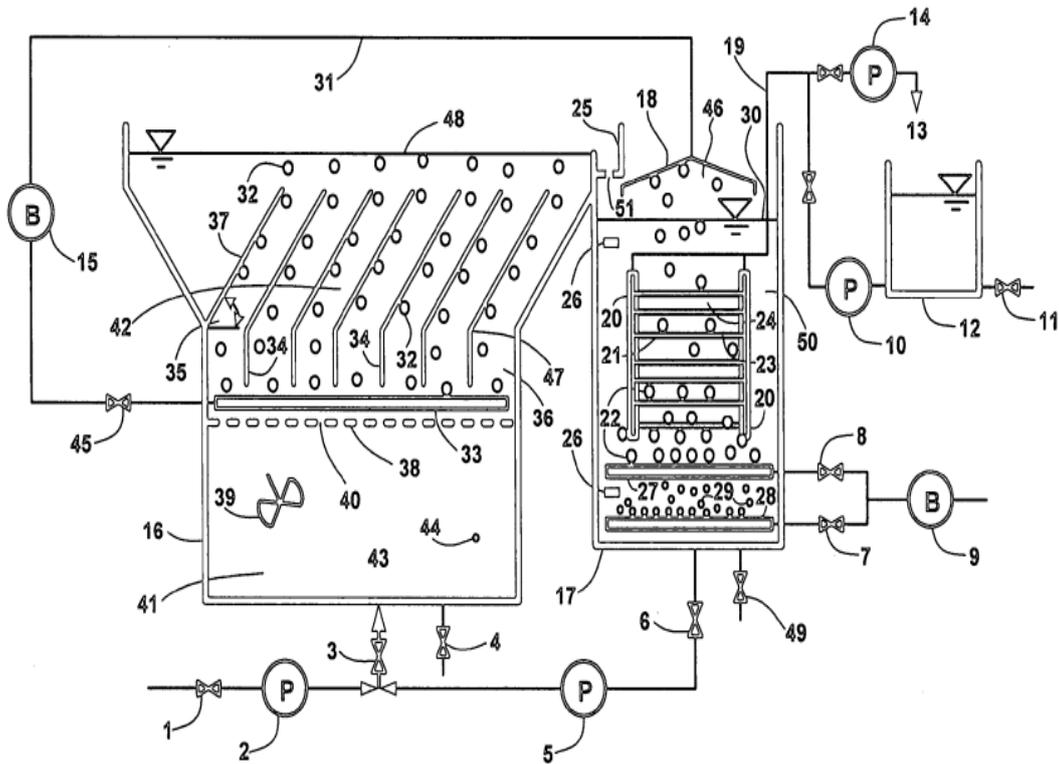


圖 3-48. 微生物污泥反應器

1：給水、2：進料泵、3：進水口、4：排放口、5：迴圈泵、6：好氧污泥、7：充氧進氣口、8：進氣口、9：鼓風機、10：泵、11：出口、12：滲透罐、13：滲透液、14：泵、15：鼓風機、16：缺氧生物反應器、17：好氧生物反應器、18：機罩、19：滲透管線、20：好氧污泥、21：膜、22：氣泡、23：膜腔、24：膜模組、25：堰、26：液位感測器、30：水面、31：管線、32：氣泡、33：氣泡擴散器、34：導流牆、35：斜角、37：斜板、38：板式流量調節器、39：攪拌器、40：孔、41：下部隔室、42：上部隔室、43：缺氧污泥、44：氮氣氣泡、45：閥門入口、46：缺氧空氣、47：機構、48：上清液(supernatant)、49：排水出口、50：好氧污泥、51：堰流出物

[技術功效]

本案例提供一種具有成本效益的微生物反應器，該反應器不僅可以實現具有可接受水準的 COD（化學需氧量）和含氮化合物的高產率處理，而且還可以產生零過量污泥（污泥濃度低於 10 g/L）。

【案例 3】多級生物污水處理系統

[專利名稱] The Sewage Treatment Process Of The Multi-Stage Double-Cycle；多階段雙循環週期的污水處理工藝

[公告號] CN 100417608 C

[先前技術]

微生物處理主要是利用污水中的細菌，在除去養分的同時實現污水中的有機污泥漿的分解。主要處理為含氮及磷兩大（有機）化合物，其中氮以氨和有機物形式存在，而磷則以無機磷酸根形式存在。習知的兩步驟除磷方式，第一步驟借助一群富磷微生物菌（Bio-P）作為中間媒體，這些細菌在厭氧區的污水中，利用聚磷酸酯形式的貯存能吸收食物養份（主要是揮化性脂肪酸 VFA），並將其以聚-β-羥基丁酸酯（PHB）形式存貯。在除去磷酸根的第二步驟中，包括通過好氧區的污水中的好氧菌將（PHB）代謝並吸收磷酸根，同時伴隨菌群增加。由於

富磷菌吸收的磷酸根多於在第一步驟中釋放出的磷酸根，這種差異被稱作貪婪吸收。除氮過程首先需要有一個好氧步驟，將氮氧化成亞硝酸根 (NO_2^-)；接著有一個缺氧步驟，由兼性微生物將亞硝酸根和硝酸根轉變成可排放到大氣中的自由氮氣（脫硝作用）。

[實施方式]

如圖 3-49 所示，在污水處理程序的第一循環週期之第一階段，初始注入污水連續通過管線（6）進入注入污水的厭氧反應室（1）。在這裡，注入的污水利用混合裝置（9a）在連續攪拌下與來自相鄰分離室（4）的活性污泥漿混合在大體上厭氧的條件下產生混合液。

在分離室（4）中的沉積污泥漿沿著向下傾斜的壁（11）向下進入注入污水的厭氧反應室（1）的下部。在污泥漿沿著向下傾斜的壁向下進入厭氧反應室下部與被注入的污水形成混合液的同時，大體上淨化的上清液從分離室的上部通過可控制的管線（16）進入充氣室（5）中。與混合裝置（9a-e）類似，充氣裝置（18a-d）用於向充氣室中的內含物裡摻入氧氣。同時，混合液經由可控制的管線（19）從注入污水的厭氧反應室循環回收到第一順序化處理室。第一順序化處理室中的內含物包括來

自上次循環的高度硝化的活化污泥漿懸浮液和來自厭氧反應室的混合液，在此將它們混合起來但不充氣。在這些條件下，隨氮氣形成而發生脫硝作用。

第一順序化處理室（2）的部分內含物經過位於第一順序化處理室和分離室（4）之間的可控管線（21）進入分離室中。混合液也直接從注入污水的厭氧反應室（1）並經過可控制管線（23）進入充氣室（5）中，這在所有十個處理階段中都會發生。來自充氣室的充氣混合液經由位於充氣室和第二順序化處理室（3）之間的可控制的管線（24）進入第二順序化處理室中。第二順序化處理室是第一循環週期中所有五個階段中的沉澱區，大體上淨化了的液體經位於第二順序化處理室末端的排放管線（26）被排放到處理系統之外。

第一循環週期的第二階段，大體上與第一階段相同，只有下述兩個例外：混合液經由管線（19）從注入污水的厭氧反應室（1）到第一順序化處理室（2）的循環流動停止；以及為實現缺氧條件下的混合，充氣的混合液從充氣室（5）經由可控制的管線（19）進入第一順序化處理室。正如第一循環週期的第一階段那樣，未處理的污水繼續進入注入污水的厭氧反應室中，在這裡未處理污水借助混合裝置（9a）與來自分離室（4）

的活化污泥漿混合起來，在大體上厭氧條件下形成混合液。經由位於分離室和充氣室之間的管線（16）從分離室到充氣室的上清液的流動繼續進行。混合液也可以經過連通注入污水厭氧反應處理室和充氣室的可控管線（23）直接從注入厭氧反應室進入充氣室中。充氣室中的充氣混合液，經由位於充氣室和第二順序化處理室（3）之間的可控管線（24）繼續進入第二順序化處理室。第二順序化處理室繼續作為沉澱區，並且大體上淨化的液體經過位於第二順序化處理室端部的流出液排放管線（26）排放到處理系統外。

第一循環週期的第三階段，與前面幾個階段在下面三個方面不同：混合液，經由位於分離室（4）和第一順序化處理室（2）之間的可控管線（21），從第一順序化處理室到分離室的流動停止；用於對第一順序化處理室中的內含物摻氣的充氣裝置（18a）繼續在整個階段進行充氣操作，以對混合液摻氣；以及充氣的混合液經可控制管線（19）從第一順序化處理室循環回到充氣室。充氣混合液經可控制管線（28）流入第一順序化處理室中，在這裡進行進一步的充氣和混合。充氣混合液繼續經由位於充氣室（5）和第二順序化處理室（3）之間的可控管線（24）而繼續從充氣室進入第二順序化處理室。第二順序化

處理室繼續作為沉澱區，並且大體上淨化的液體經由位於第二順序化處理室端部的流出液排放管線（26）排放到處理系統之外。

第一處理循環週期的第四階段在兩個方面不同於緊鄰的前述第三階段，即：充氣混合液從第一順序化處理室（2）並經由管線（19）到充氣室（5）的循環流動停止；以及充氣混合液經由位於充氣室和第一順序化處理室之間的可控管線（28）並且從充氣室到第一順序化處理室的流動停止。

第一處理循環週期的第五階段與前述第四階段僅在一個方面不同：用於對第一順序化處理室（2）中內含物充氣和混合的充氣裝置（18a）和混合裝置（9b）停止工作。這使得在第一順序化處理室中固態物質得以沉澱，從而為大體淨化的液體在整個第二處理循環週期的第一到五階段的過程中從處理室排放出來做準備。在沉澱過程中固態物質的濃縮促進進入液體的過濾作用，並允許透過內在呼吸作用完成脫硝。

從第一和第二順序化處理室（2、3）的功能角度而言，第二處理循環週期是第一處理循環週期的「鏡像」。在每個處理循環週期裡，它們的功能也發生「循環」或「順序化」。在第一處理循環週期的第一到五階段的全過程中，第二順序化處理室

(3) 作為沉澱區在這裡接收從充氣室 (5) 且經由位於處理室、充氣室之間的可控管線 (24) 轉送來的充氣混合液，並且將大體上淨化了的液體經排放管線 (26) 排出處理系統之外。

在第一處理循環週期的第一到四階段，第一順序化處理室作為真正的「處理」室，在這裡發生混合或混合加充氣。在第二處理循環開始時，兩個順序化處理室轉換角色，第二順序化處理室成為真正的「處理」室，並且第一順序化處理室成為沉澱區。

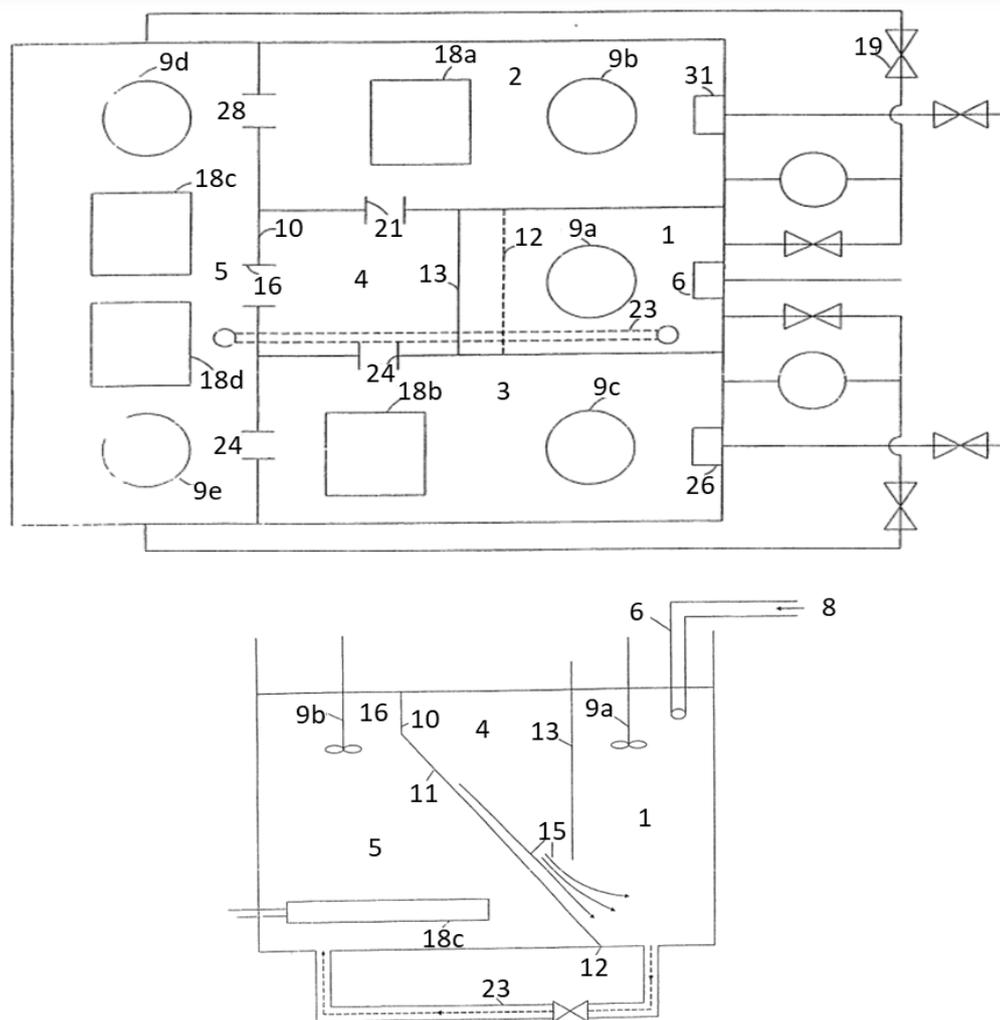


圖 3-49. 多級微生物廢水處理系統

1：厭氧反應室、(2、3)：順序化處理室、4：分離室、5：充氣室、
(6、16、19、21、23、24、26、28)：管線、9a-e：混合裝置、11：
壁、18a-d：充氣裝置

〔技術功效〕

影響生物處理效率的因素包括處理用箱體或其它接納容器的大小和構造，工藝中步驟的多寡和時間，工藝調節的靈活性，以及固態物形成和在系統中分配的控制。本案例將這些影響效率的因素緊密結合，進行控制及完成汙水批次處理，為一高效率的生物污水處理系統。

4. 其他技術

【案例 1】整合多種技術之水淨化系統

〔專利名稱〕 Apparatus And Method For Producing Purified
Water Having High Microbiological Purity；用於
生產具有高微生物純度的淨化水的裝置和方法

〔公開號〕 CA 2464416 C

〔先前技術〕

現有水淨化供給系統，通常之設計為以特定的速率提供純化水作為製程使用，而為了在一段時間內提供最高水量之需求，可藉由調整儲存罐的大小來滿足上述需求。然而，基於儲存罐的設計，除非使用臭氧化系統，否則儲存罐是易於孳生微

生物的環境，加上使用臭氧系統成本較高，且臭氧是一種有害物質，需要採取適當的安全預防措施，故上述水淨化供給系統尚有改善之空間。

[實施方式]

如圖 3-50 所示，本案例的淨水系統於給水時被送入適當的預處理 (64)，利用 pH 調節器 (66) 處加入氫氧化鈉 (NaOH) 將其 pH 調節到所需條件，然後通過第一紫外線輻射處理站 (68)，再由變速泵 (70) 泵送到第一逆滲透膜元件 (72)，來自第一逆滲透膜元件的滲透液被送入第二逆滲透膜元件 (74)，其滲透液再通過第二紫外線處理站 (76) 作處理，最後依據需要在各個使用點 (62) 被抽取。

在使用點未使用的過量滲透水，來自第一逆滲透膜元件 (72) 的主要廢水，以及來自第二逆滲透膜元件 (74) 的所有廢水在通過第一紫外線處理站後被回收到第一逆滲透膜元件。紫外線輻射處理滅菌器站用於在進入第一道逆滲透膜元件之前減少來自預處理源水和迴圈水的進入微生物負荷，而第二紫外線輻射處理滅菌器站用於殺死最終將在第二逆滲透膜元件的膜下游側生長的生物，設置廢棄管線上的廢棄組件 (73) 上的自動閥打開以排除系統中不符合規格的水。

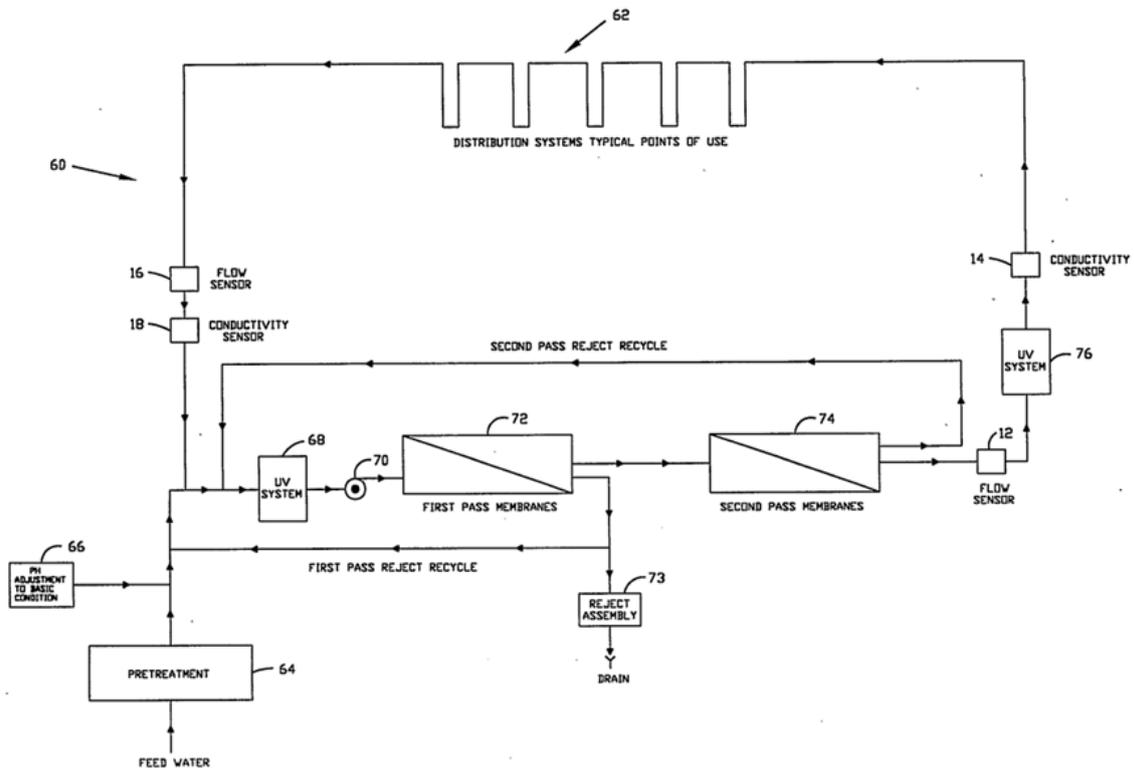


圖 3-50. 水淨化供給系統

(12、14)：流量感測器、(16、18)：導電感測器、62：使用點、
64：給水預處理、66：ph調節器、68：紫外線處理站、70：變速
泵、72：第一逆滲透膜、73：廢棄組件、74：第二逆滲透膜、76：
紫外線處理站

〔技術功效〕

本案例的特點是沒有儲存罐，否則儲存罐將為有利於微生物的生長。此外，透過對供應容量進行適當的設計選擇，以保持大約 1 米/秒的最小速度（通常為 2 米/秒）保持逆滲透裝置的作動，並回收逆滲透之廢水，以有效利用水資源。

【案例 2】CMP 沖洗水回收

〔專利名稱〕Rinse Water Recycling In CMP Apparatus；CMP 設

備的沖洗水回收

[公開號] US 5755614 A

[先前技術]

在傳統的 CMP 系統中，研磨漿和沖洗水不是分開的，兩者都被引導到廢水槽中，而使用的沖洗水量通常超過所用漿料量的 30 倍，甚至可能超過消耗漿料量的 120 倍，這種大量的化學品消耗對環境造成的非常不利影響，並且大大增加了製造成本。因此，半導體行業需要一種新的、高度可靠的解決方案，透過有效的漿料後處理和再利用系統來降低 CMP 漿料與沖洗水的成本。

[實施方式]

如圖 3-51 所示，半導體晶圓（12）壓在拋光墊（11）上並以連接到軸（21）的載體（12）而旋轉。拋光墊採順時針旋轉（箭頭 22），載體亦採順時針旋轉（箭頭 25）。

漿料（31）透過分配管（33）流到墊上，並徑向外流過墊，從墊層（11）周邊向外流動的泥漿被收集在集水環（23）中，集水環是墊層周邊的一部分或附著在墊層周邊。

汲取管（41）位於槽（35）中，從槽中抽出一部分用過的漿料，並通過管道（43）將其輸送到泵（45）的輸入端。泵的

輸出透過管道 (46) 耦合到混合歧管 (47)。新鮮的漿料透過管路 (27) 從閘門 (28) 供應到歧管。恢復活性的化學品，如鹼、表面活性劑、懸浮劑、酸、氧化劑或適合於被拋光材料的其他化學試劑則透過管路 (29) 通過閘門 (30) 供應給歧管。去離子水在壓力下被送入常閉閘門 (35)，該去離子水用於稀釋漿料或沖洗晶圓或設備，與恢復活性的化學、新鮮漿料、用過的漿料和去離子水被混合並充分混合在歧管中。

由此產生的回收漿料通過管道 (48) 流向可選的熱交換器 (49)，在那裡它被加熱或冷卻以保持回收的漿料保持在所需的溫度。回收的漿液流經三通閘 (55) 至過濾器 (56)，大的漿料顆粒在過濾器 56 中被除去後，通過管道 (59) 和分配管 (33) 流向拋光墊 (11) 再次使用。

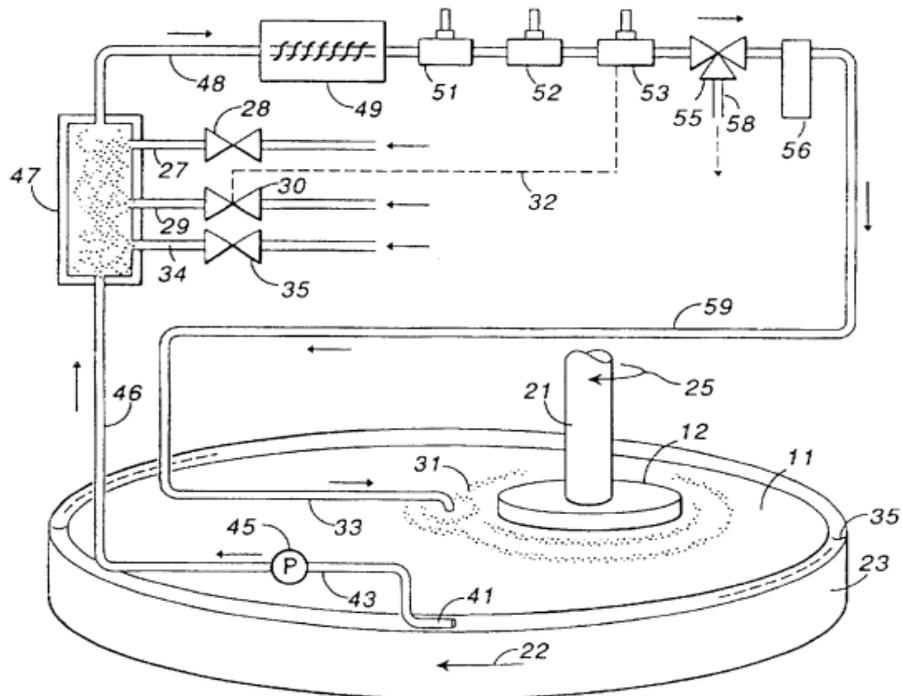


圖 3-51. CMP 及其沖洗水回收系統

11：拋光墊、12：載體、21：軸、22：箭頭、23：集水環、25：箭頭、27：管路、28：閘門、29：管路、30：閘門、31：漿料、32：控制迴路、33：分配管、34：管路、35：閘門、41：汲取管、43：管路、45：泵、46：管路、47：混合歧管、48：管路、49：熱交換器、51：ph感測器、52：溫度感測器、53：電導率感測器、55：三通閘、56：過濾器、58：管路、59：管路

〔技術功效〕

本案例之廢漿液在集水環中被收集並送入回收迴路，將回收的漿液與新鮮漿料、恢復活性的化學品或水混合，接著測試混合物、過濾混合物，最後將混合物放回拋光墊，實現節省漿料與去離子水的目的。

【案例 3】多級水淨化系統

〔專利名稱〕 Method For Processing Waste Water Or Sewag；處

理廢水或污水的方法

[公告號] CN 101646480 B

[先前技術]

實務上逆滲透系統的操作通常是維持 pH 值為 6~8 中性條件完成。然而，由於超過溶解度限度的二氧化矽或有機物濃度，將使逆滲透膜結垢，上述積垢可以導致一個或多個逆滲透裝置停工或效率不佳，常常需要經常清洗、替換或維修，提高淨成水成本。

[實施方式]

如圖 3-52 所示，本案例提供除去硬度，並透過澄清器除去懸浮固體和沈澱物的方法，將廢水化學軟化和澄清。最後，將處理過及調節過的廢水通過一個或多個逆滲透裝置，而為了防止逆滲透裝置的薄膜結垢和積垢，本案例將廢水的 pH 控制並維持在 10.5 以上。

多級淨水系統 (10) 包括化學軟化裝置 (30)、多介質過濾裝置 (40)、離子交換過濾裝置 (50)、簡式過濾裝置 (60) 和至少一個單程逆滲透裝置 (70)。進水或廢水流入物經過管線 (11) 引導到化學軟化裝置。在本案例中，將凝結劑與反應器 (31) 中的進水混合，凝結劑用於使軟化過程期間產生的固體

去穩定化，並進一步促進或提高在該方法的後續部分中固體與液體的分離。可使用各種凝結劑，包含：氯化鐵、硫酸鋁、聚氯化鋁及硫酸亞鐵或硫酸鐵，劑量可隨進水的性質和特性變化，一般劑量將在 10~50 mg/L 的範圍內變化。

凝結劑與反應器 (31) 中的進水混合後，將進水引導到反應器 (32) 和 (33) 的下游，將石灰加入反應器 (32) 的進水中，而將苛性鹼加入反應器 (33) 中的進水中。石灰將二氧化碳轉化成碳酸氫根離子，也中和了進水的碳酸氫鹽的鹼度，並除去了碳酸鈣硬度。苛性鹼除去了進水中存在的鎂硬度，並升高了進水的 pH 值至 10.5~11.5 的範圍內。

在反應器 (34) 中注入陽離子聚合物並與進水混合，聚合物的典型劑量將為約 2-5mg/L，且由於凝結劑和聚合物，這些沉澱物和固體將趨向於聚集並形成絮凝物。

進水從反應器 (34) 引導到澄清器 (35)，其包含：沉澱罐、層壓版 (35A)，及在沉澱槽底部形成污泥刮器。一旦進水達到澄清器的沉澱罐，沉澱物和懸浮固體形式的固體將沉澱在沉澱罐的底部，形成污泥。部分污泥經由循環管線 (36) 被導回第一個反應器 (31、32)，而污泥的某些部分可以透過廢棄物管線 (37) 廢棄。

將澄清器 (35) 中澄清流出物經過管線 (41) 引導到多介質過濾器 (40; 超濾裝置), 離開上述多介質過濾器的純化流出物經由管線 (45) 被引導到離子交換裝置 (50), 其包括用於離子交換樹脂耗盡後再生的化學品進口管線 (46) 和返回可循環的廢棄物管線 (47)。另一條連接管線 (49) 連接在上述離子交換裝置和筒式過濾器 (60) 之間, 上述筒式過濾器進一步將廢水過濾, 並產生經由管線 (51) 排放的廢棄物或污染物流。

上述筒式過濾器的處理過或純化過的流出物經由管線 (52) 引導至雙逆滲透裝置 (70 和 70')。上述逆滲透裝置產生處理過的流出物或淡化水, 而在兩個裝置之間提供了用於加鹼的管線 (73), 以維持 pH 大於 10.5。

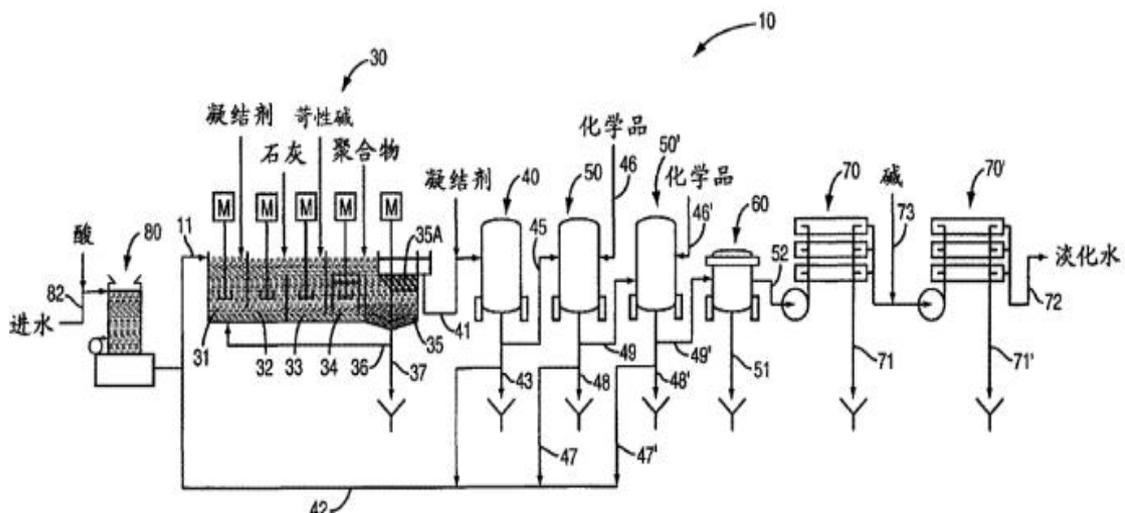


圖 3-52. 多級水淨化供給系統

(11、36、37、41、42、43、45、46、46'、47、47'、48、48'、49、49'、51、52、71、72、73、82)：管線、30：化學軟化裝置、(31、32、33、34)：反應器、35：澄清器、35A：層壓版、40：多介質過濾裝置、(50、50')：離子交換過濾裝置、60：筒式過濾器、(70、70')：逆滲透裝置

〔技術功效〕

本案例之多級淨水系統係將通過逆滲透裝置（70 和 70'）的廢水的 pH 值控制在 10.5 以上，增加廢水中二氧化矽和有機物的溶解度，將顯著減少逆滲透裝置中膜的有機物積垢和二氧化矽結垢。

【案例 4】多級有機廢水處理系統

〔專利名稱〕 Method For Treating And Recycling Organic Wastewater And Apparatus；一種有機廢水的處理回用方法和設備

〔公告號〕 US 10501355 B2

〔先前技術〕

隨著社會經濟的快速發展和人民生活水準的提高，水環境污染問題日益引起社會的廣泛關注。幾十年來，技術的進步和經驗的累積使得常規生活污水得到了有效的處理。然而，由於工業廢水中難以降解有機污染物成分複雜、分子結構穩定，採用常規生

化處理技術難以達到排放標準。特別是高鹽、高氨氮、高濃度難降解有機廢水的處理還需要不斷探索研究。此外，隨著排放標準的提高和水成本的增加，處理後的廢水的回用變得越來越重要。

[實施方式]

本案例之水處理系統/操作方法，如圖 3-53 所示，主要處理步驟整理如下：

1. 預處理：

將原水輸入調節沉澱池（1），由加藥箱（12）經由離心幫浦（15）向該沉澱池投加聚丙烯醯胺，投加量由流量計（26）控制，裝置內部設有機械攪拌器（24），可控制反應速度，沉澱物與水在設備內分離，沉澱物由排泥管排出，出水經離心泵（16）作用進入貯水池（2）。

2. 非均相 Fenton 裝置：

預處理後的出水被泵入非均相 Fenton 裝置（3），非均相 Fenton 裝置頂部與加藥箱（13）連接，透過離心幫浦（18）向裝置內投加 H_2O_2 溶液，投加量由流量計（28）控制。非均相 Fenton 裝置內部有由杭錦土負載的奈米四氧化三鐵和 H_2O_2 所構成的非均相 Fenton 體系，廢水在該體系內發生催化氧化反應，其中大分子難降解有機物被轉化為小分子而去除，非均相

Fenton 裝置內設有機械攪拌器 (25)，保證反應均勻，底部亦設有電磁場 (11)，反應結束後通電形成磁場，以磁性作用將負載奈米四氧化三鐵的杭錦土催化劑吸附在底部。之後，非均相 Fenton 裝置開始排水，出水經離心泵 (19) 進入厭氧氨氧化裝置 (4)，待排水結束後被吸附的催化劑由排泥口排出。

3. 厭氧氨氧化裝置：

非均相 Fenton 裝置 (3) 出水經離心泵 (19) 作用進入厭氧氨氧化裝置 (4) 後，在經高鹽度馴化後的厭氧氨氧化菌作用下實施脫氮反應。

4. 薄膜生物反應器 (MBR)：

厭氧氨氧化裝置 (4) 出水經離心泵 (20) 作用進入 MBR 系統 (5) 後，通過高濃度活性污泥的生物降解、截留作用，進一步去除有機物並脫氮。

5. 逆滲透裝置 (RO)：

MBR 出水經離心泵 (21) 作用進入過濾器 (6)，截留粒徑較大的顆粒。過濾器出水進入 RO 系統 (7)，在高壓泵作用下沿膜表面錯流過濾，幾乎所有的離子均被 RO 膜截留，出水為無離子水，可用作製程生產過程中循環冷卻水，RO 濃水流入後續工序繼續處理。

6. 奈米過濾模 (NF):

RO 濃水先進入一體化軟化、混凝沉澱系統 (8)，由加藥箱 (14) 經離心泵 (22) 向系統中投加 Na_2CO_3 、聚丙烯醯胺進行處理，投加量由流量計 (29) 控制。廢水與軟化劑、絮凝劑在系統內湍流混合，沉澱設計停留 2 小時，出水進入 NP 系統 (9)，二價的矽酸根和硫酸根被截留生成 NF 濃水，生成的 NF 濃水通過離心幫浦 (23) 返回調節沉澱池 (1)，NF 出水中主要含有 NaCl ，進入多效蒸發器 (10) 蒸發回收 NaCl 。

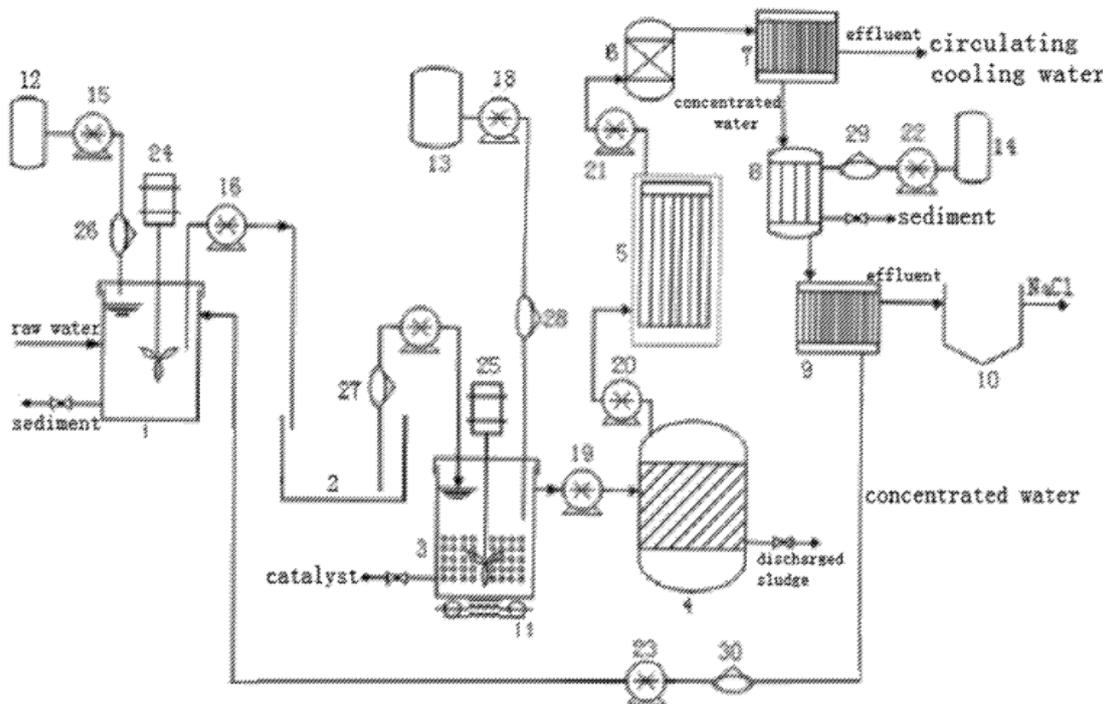


圖 3-53. 有機廢水處理系統

1：調節沉澱池、3：非均相 Fenton 裝置、4：厭氧氨氧化裝置、
5：MBR 系統、6：過濾器、7：RO 系統、8：一體化軟化或混凝
沉澱系統、9：NP 系統、10：多效蒸發器、11：電磁場、(12、
13、14)：加藥箱、(15、16、18、19、21、22、23)：離心幫浦、
2：貯水池、(24、25)：機械攪拌器、(26、28、29、30)：流量計

〔技術功效〕

本案例可實現高鹽、高氨氮、高濃度難以降解有機廢水的處理與回用，具有適用範圍廣、污染物降解效率高、易於鹽分回收利用的特性。

(二)參考「業界實務成果」摘錄案例

1. 國內各大企業相互合作及研發

2016 年起，台積電即攜手供應商開發半導體綠色機台，是全球第一家要求先進機台導入節能措施的半導體公司。除節能的努力外，台積電亦非常重視「廢水處理及水資源再生」相關技術之研發及應用，開發半導體產業界第一套氨氮廢水資源化系統³⁰，透過此處理程序成功降低廢水中的氨氮濃度，提高硫酸銨回收品質，具體實現循環經濟的再生價值，或者其與國內廠商合作開發廢液去銅新技術³¹，建置廠內銅廢液再生系統，降低廢水中重金屬濃度，上述創新皆可達成水資源回收、再生或再利用之功效。此外，台積電南科再生水廠於 2021 年 9 月舉行通水啟用典禮，同年 10 月開始供應台積南科廠區每日 5000 噸的工業再生水³²，這是全球第一座成功將再生水回用至半導體製程的水廠，未來可大幅降低自來水使用量。迄今，台積電仍致力於環境保護與永續發展，帶動國內相關產業發展，屢創綠色創新里程碑。

³⁰ 台積電 ESG 網頁-首創半導體業「氨氮廢水資源化系統」
<https://esg.tsmc.com/ch/update/greenManufacturing/caseStudy/4/index.html>

³¹ 台積電 ESG 網頁-首創半導體業「硫酸及硫酸銅廠內回收」
<https://esg.tsmc.com/ch/update/greenManufacturing/caseStudy/5/index.html>

³² 天下雜誌：台積不跟任何人搶水！把廢水回用至先進製程，台積的超級任務
<https://www.cw.com.tw/article/5123167?template=transformers>

【案例 1】氣提法降低廢水中氨氮濃度

〔專利名稱〕廢水回收處理系統及其處理方法

〔公告號〕TW I534096

〔先前技術〕

半導體製程中，最常出現的製程步驟之一就是晶圓清洗 (Wafer Cleaning)，其目的乃是為了去除附著於晶圓表面上的有機化合物、金屬雜質或微粒 (Particle) 等污染物。一般習知常用於晶圓清洗的方法係為 RCA 清洗製程 (RCA Cleaning Process)，其使用之清洗液係包括有硫酸/過氧化氫混合物 (Sulfuric Acid/Hydrogen Peroxide Mixture；SPM) 及氨水/過氧化氫混合物 (Ammonium/Hydrogen Peroxide Mixture；APM)，當晶圓完成 RCA 清洗製程之程序後，上述所使用過的化學清洗液必須收集且送至工廠內的廠務端回收與處理後才可排放出去，以避免直接放流而造成嚴重環境的汙染。然而，上述清洗液之強氧化劑，會造成逆滲透單元之過濾能力喪失，且廢水中高濃度的銨離子成分並無法以逆滲透半透膜或陰、陽離子交換樹脂來處理有效去除，因此，以既有廢水回收處理系統處理上述清洗液實有待進一步改善的空間。

〔實施方式〕

如圖 3-54 所示，首先由製程端收集製程排放的鹼性廢水，送至該鹼性廢水緩衝槽（10）中，分別連續地檢測該鹼性廢水緩衝槽中廢水的導電度（Conductivity）、酸鹼值（pH Value）及總有機碳（Total Organic Carbon；TOC）濃度值（ $\text{TOC} \leq 5\text{mg/l}$ ）。若所偵測的鹼性廢水之水質符合可處理的設定值範圍內時，可得到含有銨離子的鹼性廢水，再將含有銨離子的鹼性廢水送至第一酸鹼值調整槽（20）中，藉由適當的添加鹼性的氫氧化鈉溶液（45%）或酸性的硫酸溶液（50%）來對廢水作預處理，使廢水調整至呈強鹼性（酸鹼值至少超過 9.0 以上），進而令廢水內的銨離子易於轉化成氨分子的形式存在，而得到含有氨分子的鹼性廢水，再將該氨分子的鹼性廢水送至含氨廢水的處理單元（30）處理。

該含氨廢水處理單元係包括有氨氣提裝置（31）、鼓風機（32）及硫酸吸收槽（33），當該含氨廢水處理單元對含有氨分子的鹼性廢水處理時，先將含有氨分子的鹼性廢水送至氨氣提裝置的氣提塔（311）進行氣提操作，藉由鼓風機產生流動的空氣通入該氨氣提裝置的氣提塔，使氨分子由廢水中逸出至空氣中，進而得到無氨成分的鹼性廢水及混有氨氣分子的空氣，可將混有氨氣分子的空氣排至與硫酸吸收槽連接的吸收塔（312）

作處理，經由源自硫酸吸收槽內的硫酸溶液可連續且重複地吸收氨氣分子，而當吸收塔之液位達至高液位時，再將吸收塔內的硫酸銨自動抽至硫酸銨儲槽（34）儲放，而該無氨成分的鹼性廢水可直接排放至酸性廢水回收處理系統再進行第二次的處理。

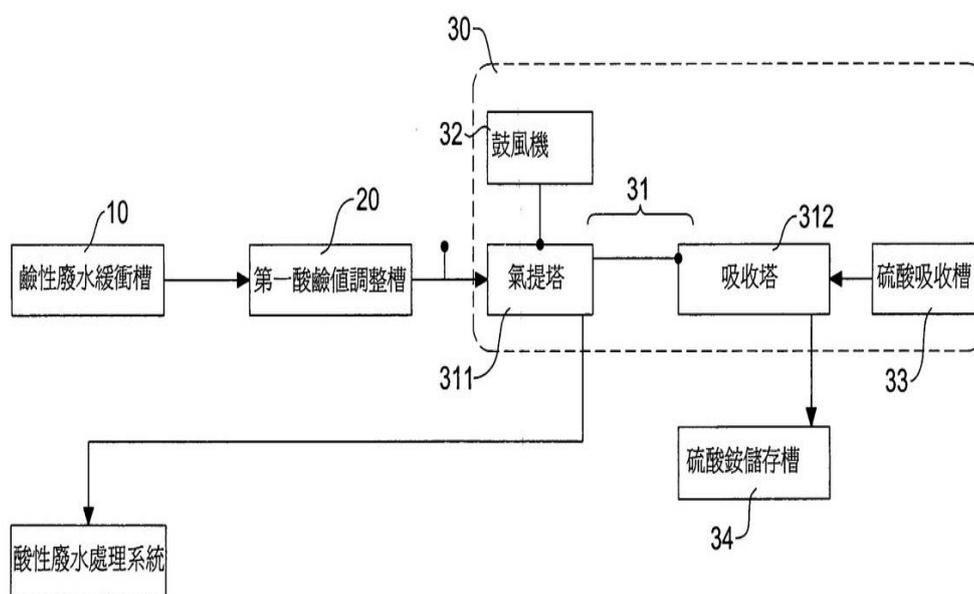


圖 3-54. 氨氮廢水處理方塊圖

〔技術功效〕

本案例的之廢水回收處理系統與方法，可有效處理半導體清洗廢液（APM 或 SPM 等），延長逆滲透系統的壽命，達到廢水淨化之功效，且所回收硫酸銨可作為農業用的肥料或其他工業的應用，兼具環保與實用效果。

【案例 2】萃取、電解法降低廢水中重金屬濃度（銅）

〔專利名稱〕銅蝕刻（銅酸）廢液銅離子處理回收方法

[公告號] TW I658994

[先前技術]

銅蝕刻藥液（銅酸藥液）主要功能是蝕刻線路板上的金屬銅，所以主要的金屬污染物是銅離子（目前光電業製程排放銅濃度約為 5000~10000mg/L）。但銅蝕刻（銅酸）廢液複雜的成分，讓這股含銅廢液的處理或更進一步的銅處理回收，都變得更為棘手。再者，由於光電業銅蝕刻廢液中含有複雜的成分，如果以直接電解回收法來進行銅回收，其中許多成分（過氧化氫/有機酸...）不但會干擾直接電解回收法的銅還原反應，並會損壞電解設備，所以把銅蝕刻（銅酸）廢液直接進行電解處理回收的方法，並無法順利達到將銅離子高效率去除並處理回收成為有價金屬銅之目的。

[實施方式]

如圖 3-55 所示，銅蝕刻（銅酸）廢液銅離子處理回收方法包含萃取反應（10）、再生反應（20）、電解處理（30）以及回收處理（40），其中：萃取反應包括一廢液集中槽（11）、一萃取反應槽（12）、一萃取劑儲槽（13）以及一低銅廢液儲槽（14），其欲處理之廢液 A 先集中於一廢液集中槽內，再輸送至一萃取反應槽內，該萃取劑儲槽係供萃取劑的容置，並將萃取

劑導入至萃取反應槽內，該萃取劑為一種可有效吸附銅離子之樹脂（如液態或固態樹脂），且萃取劑導入之水力停留時間為 0.1~60 分鐘，利用該萃取劑將廢液 A 中之銅離子吸附分離，該吸附有銅離子之萃取劑會持續進行再生反應（20）處理，已經去除銅離子之廢液 A 則會被排出該萃取反應槽外，並集收至低銅廢液儲槽進行其他再處理作業。再生反應包括一再生反應槽（21）以及一電解循環槽（22），其吸附有銅離子之萃取劑係被轉移至該再生反應槽內，該電解循環槽內係容設有硫酸溶液，該硫酸溶液濃度介於 5~50%間並導入再生反應槽內進行再生反應，其硫酸溶液導入之水力停留時間為 0.1~60 分鐘，經硫酸溶液將銅離子再生出來並混合成再生硫酸銅溶液，同時萃取劑會被分離出，且該萃取劑會再回收至萃取劑儲槽內以供萃取反應使用，而再生反應後之再生硫酸銅溶液則再導入電解循環槽內，經由電解循環槽將硫酸銅溶液導出並進行電解處理。電解處理（30）係將硫酸銅溶液經由一電解系統（31）進行電解處理，該電解系統可視計畫回收金屬銅 B 量設計為多組串連或並聯，並將電解系統的操作電流密度設定介於 $10\sim 1000\text{A/m}^2$ ，使硫酸銅溶液之離子銅被電解還原成金屬銅 B 並進行回收處理（40），而該經過電解處理後之硫酸溶液會再回收集中至電解循

環槽以供再生反應使用，藉此完成廢液處理並回收有價金屬銅

B 之流程。

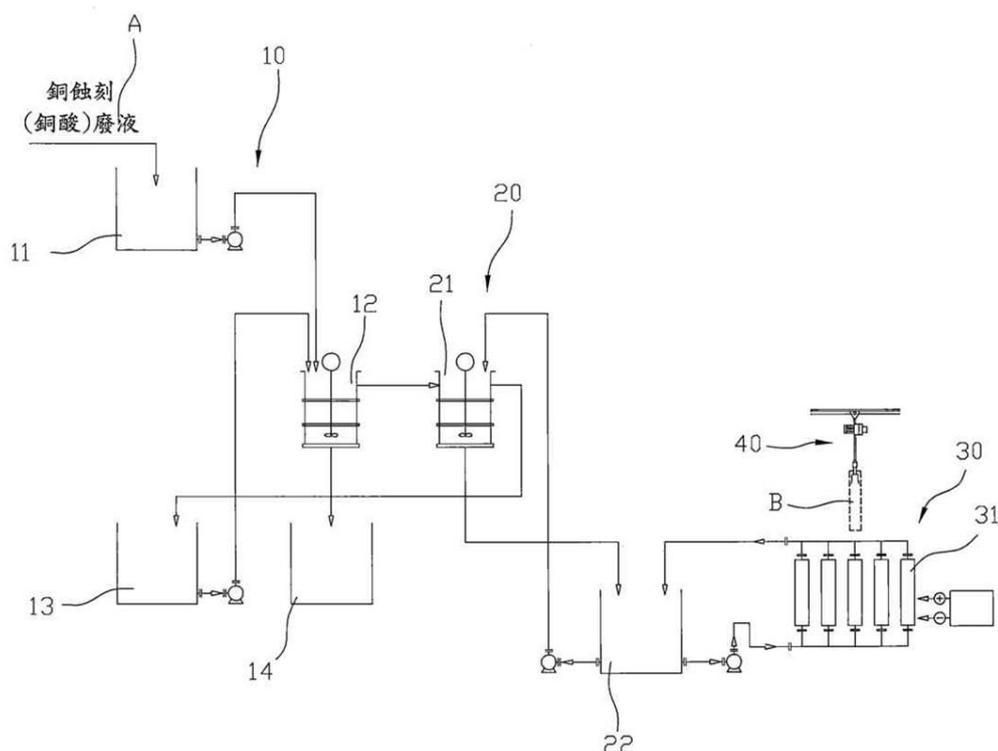


圖 3-55. 萃取、再生與電解裝置圖

10：萃取反應、11：廢液集中槽、12：萃取反應槽、13：萃取劑儲槽、14：低銅廢液儲槽、20：再生反應、21：再生反應槽、22：電解循環槽、30：電解處理、31：電解系統、40：回收處理、A：廢液、B：金屬銅

〔技術功效〕

本案例之處理回收方法，較其他方法（濃縮後委外處理/混凝沉澱壓濾成含銅污泥...等），節省了大筆委外處理費用或銅污泥委外處理費用，可將銅蝕刻（銅酸）廢液 A 之銅離子污染物處理回收成為有價金屬銅 B，達成將工業污染物回收再利用，還可將電解回收之金屬銅 B 販售得利。亦可有效降低銅污泥量，

銅離子去除率高達 99%以上，相對的，後續的廢水處理產生之銅污泥量只剩下原來的 1%以下，大幅度減少廢水處理去除銅離子之藥品用量及後續的銅污泥壓濾作業/銅污泥庫存。

2. 工業技術研究院與業界合作或為技術移轉³³

工研院收集科學園區的工業廢水並釐清成分，針對業者最有疑慮的雜質（如氨氮、氟等成分），思考如何處理或去除，經過長期的合作與努力後，研發出多項重要技術，其中包含：BioNET（多孔性生物擔體-生物處理系統）、FBC（流體化床結晶廢水處理）等前處理技術，以及 AFB（厭氧性微生物流體化床）後處理技術等，陸續透過微生物、藥劑等多種方法，去除廢水中尿素、氨氮、鈣或硝酸鹽等物質，最終轉變為可用於半導體先進製程的純水³⁴。

【案例 1】多孔性生物擔體之生物處理系統

[專利名稱] Porous Carrier For Biological Process ； 多孔性生物擔體

[公告號] TW I261576

³³ 工業技術研究院網頁-流體化床結晶在水及廢水上處理技術
https://www.itri.org.tw/ListStyle.aspx?DisplayStyle=13_content&SiteID=1&MmmID=1036233405427625204&Trt_idx=2780

³⁴ 天下雜誌：台積不跟任何人搶水！把廢水回用至先進製程，台積的超級任務
<https://www.cw.com.tw/article/5123167?template=transformers>

〔先前技術〕

廢水處理程序依微生物生長方式可以區分為懸浮生長及固定生長等兩種方式。一般而言，當廢水濃度低、水力停留時間短、污染物負荷低、微生物生長速率緩慢時，則採用固定生長方式的反應系統較為有利。至於提供微生物固定生長所需的材質，依據反應槽的形式可以分成固定式擔體（例如傳統濾材）及懸浮式擔體（例如顆粒活性碳(GAC)或是多孔性 PU 擔體等），而懸浮式擔體可以提供大量比表面積供微生物生長，近年已有逐漸取代傳統濾材的趨勢。

〔實施方式〕

多孔性生物擔體（10），如圖 3-56（a）所示，本體（1）具有複數個凸部（2）及複數個凹部（3）以形成一體成型之扇葉形狀之擔體。圖 3-56（b）所示為複數個本發明之多孔性生物擔體之組合示意圖，前述凸部與凹部係為弧形狀或半圓形，且其面積相互互補，可將複數個多孔性生物擔體組合起來。此外，如此之設計亦可充分利用製作多孔性生物擔體的材料，不會造成浪費。

1. 扇葉形多孔性生物擔體與傳統生物擔體之磨損率比較：

採用三座 5L 反應槽，分別添加傳統的正方體、圓柱體及扇葉形之多孔性生物擔體，連續操作三個月後，實驗結果顯示，扇葉形的多孔性生物擔體磨損情形相較於對照組的正方形或圓柱形較為緩和。

2. 扇葉形多孔性生物擔體於廢水處理之效能：

本實驗係以處理化工業二級流放水為對象，所使用之反應槽規格為直徑 1 m、有效水深 5.3 m、有效容量 4.2 m³，多孔性生物擔體之孔隙率約為 97%，孔洞直徑大小為 0.3~0.5 mm。多孔性生物擔體之填充量依反應槽之操作條件而定，約為 60~90%之間。起動採迴流方式操作，不進行曝氣以有助於缺氧起動之效果，操作之迴流量 80 L/min，經持續之觀察，生物體擔體均已沉沒於反應槽液面下，其體積約占反應槽之 75%，目視之親水性良好，且活性污泥均勻分散於生物體擔體之表面，顯示初步起動效果良好。

經觀察初步起動之污泥分布與水流特性，配合水質分析結果，確認達到初步起動效果後，開始進流廢水同時進行曝氣，進入好氧訓養階段，控制曝氣量 200 NL/min，進流廢水量為 20 L/min，水力停留時間 3.5 小時，COD 容積負荷約為 1 kg COD/m³·day。觀察生物擔體表面微生物增長情形，同

時進行水質分析，了解廢水處理之特性。

正式操作之條件為進流廢水之 pH 控制於 5.6~5.8 之範圍，水力停留時間維持 8.75 hr，COD 體積負荷為 0.3~1.0 kgCOD/m³·day 變動之條件下，進流水總 COD 平均濃度為 190±43 mg/L，而出流水之平均濃度為 122±33 mg/L，對於總 COD 之去除量約為 40~100 mg/L，去除率約為 20-50%。進流水平均懸浮固體物濃度為 61±28 mg/L，而出流水之平均濃度為 26±15 mg/L，去除量約為 0~65 mg/L，去除率約為 30~85%。而經過長時間操作，結果顯示扇葉形多孔性生物擔體之磨損率低於 10%以下，且由於磨耗情形不嚴重，故未曾補充多孔性生物擔體。最後，根據試驗結果完成實廠設計與建造，其處理水質與模型廠結果一致，由此可知本案例之生物擔體確實有降低成本以及提升廢水處理效率之功效。

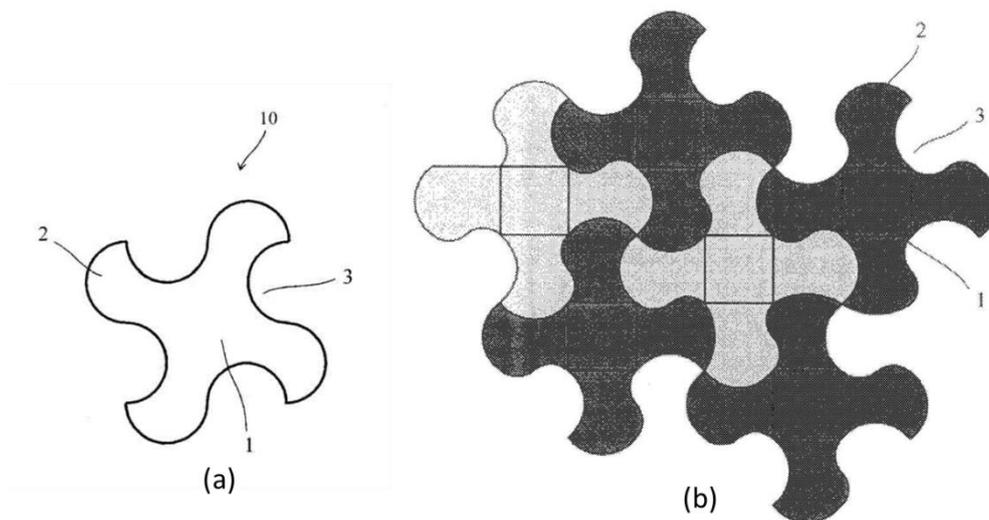


圖 3-56. 扇葉形多孔性生物擔體

1：本體、2：凸部、3：凹部、10：多孔性生物擔體

〔技術功效〕

本發明可以具下列之優勢：(1) 提高廢水處理之效能；(2) 扇葉形結構之凸部及凹部可互相扣勾，相較於傳統正方體或圓柱體生物擔體，較能維持其穩定性以減少生物擔體磨損量；(3) 扇葉形結構可使生物擔體間可保留空隙，不會緊密堆疊在一起，有利於液體及氣體流動，有效改善反應槽中阻塞或短流現象，藉此可增加污染物與擔體中微生物接觸機會；(4) 扇葉形結構可充分利用原料以降低生物擔體之製作成本。

【案例 2】用於廢水淨化之流體化床結晶技術

〔專利名稱〕 Apparatus Provided With a Fluidized bed

Crystallizer For Treating Wastewater；流體化床結晶廢水處理裝置

〔公告號〕 TW 310313

〔先前技術〕

工業上處理無機類的水或廢水時，通常是利用沈澱法來除去水中的污染物，而傳統沈澱法處理過程可大略分為三階段：
凝結作用 (Coagulation)：係於反應槽中加入凝結劑並快混之，可破壞膠體與微細懸浮固體之穩定，並促使破壞穩定之顆粒凝

集。膠凝作用 (Flocculation)：於反應槽中加入高分子凝集劑並慢混之，可促使已凝集之顆粒重量及體積繼續增加，而形成快速沈降之膠羽。脫水作用 (Dewatering)：一般石灰軟化產生之污泥先以重力濃縮池處理產生 3%固體含量之濃縮污泥，隨後以脫水裝置（如真空過濾機、離心機或壓濾機等）在固體負荷 196kg/m²-hr 操作下，可獲得 65%固體含量之污泥餅。雖然傳統沈澱法應用廣泛，但是其會產生大量有害或一般性污泥，對環境的影響很大。

〔實施方式〕

本案例提供一種流體化床結晶之廢水處理裝置，其在圓柱形結晶塔中添加擔體，藉水流使擔體呈流體化現象，利用金屬鹽具有低溶解度及穩態晶體的特性，使污染物於流體化床中的擔體上結晶，藉以有效去除廢水中的陰離子（含氟廢水）或重金屬離子（銅）進而減少污泥的產量或晶體回用，達到廢水淨化之功效，同時設備成本低且實用性高。

如圖 3-57 所示，其包含反應槽（4）、快混槽（11）、慢混槽（12）、沈澱池（13）、均勻槽（14）及 pH 值調整槽（15）。整個流程為先將廢水引入反應槽（4；圓柱形）作主要處理，用以去除水中大部分污染物（陰離子或金屬離子），然後由出水口

(7) 引出，再經習知沈澱法處理（亦即廢水由出水口進入快混槽（11）後再流入慢混槽（12）），在快混槽（11）內有混凝劑可破壞膠體與微細懸浮固體之穩定並促使破壞穩定之顆粒凝集，在慢混槽（12）中加入高分子凝集劑，可促使已凝集之顆粒重量及體積繼續增加，而形成快速沈降之膠羽，接著再進入沈澱池（13）產生污泥沈澱，由沈澱池流出之廢水則引入均勻槽（14）、pH 值調整槽（15）作酸鹼值調整後排放。因為大部分污染物在反應槽（4）內已經去除，所以在利用習知沈澱法處理廢水時污泥產量已大為減少。

上述由沈澱池流出之廢水如果處理效果不佳，則需引回反應槽再重新處理（如虛線所示）。底下介紹反應槽內的情況：在處理廢水前反應槽內即填有石頭（21），並且注滿自來水及擔體（22），石頭係由大而小向上堆積（被稱為級配）。廢水進入反應槽可能路徑有三，其係依照廢水流量及濃度而定。假設 I 為起始點，當廢水為低流量、高濃度時由第一廢水入口（3）進入反應槽，當廢水為高流量、低濃度時由第二廢水入口（3'）進入反應槽，而當廢水為更高流量及更低濃度時則經歧管（3"）（第三廢水入口）然後由迴流水入口（1）進入反應槽。以上三種進入方式皆可由閥來控制，而在反應槽內部對應的運作情況並不相

同，茲分述如下：由第一、二或三廢水入口（3、3'或 3''）進入反應槽：如前所述，在處理廢水前反應槽中即填有石頭（21）並且注滿自來水及擔體（22），打開迴流泵使得反應槽內的水由下往上流動，由通道（94）進入第二副槽（92），並且由迴流水出口（6）流出，然後由迴流水入口流回（引迴流水目的在於使擔體（22）達一定上流速度進而流體化，接著打開藥劑泵及廢水泵，使得藥劑、鹼液及廢水分別由藥劑入口（2）、加鹼口（2'）及第一廢水入口（3）進入反應槽內並充分混合。如前所述在反應槽內的水係向上流使擔體呈流體化現象，利用金屬鹽具有低溶解度及穩態晶體的特性，使污染物能於流體化床中的擔體上結晶，藉以去除廢水中的陰離子或金屬離子。處理過後之廢水分為二部分，一部分由通道（94）經第二副槽（92）、迴流水出口（6）、迴流水入口流回反應槽內作再次的淨化處理，另一部分則由溢流口（93）經第一副槽（91）、出水口（7）流出。

由第二廢水入口（3'）進入反應槽（4）：第二廢水管（88）係在反應槽（4）圓心位置由其頂端進入並向下延伸，即在擔體流動床的底部，石頭固定床的上方。廢水進入反應槽由第二廢水管（88）流出後，即與藥劑充分混合同時改由下向上流動，至於其他運作方式則與第（1）項情形相同，其污染物在擔體

(22) 上結晶，處理過後之廢水分為二部分，一部分由出口 (6) 引出然後由入口 (1) 流回，用作迴流水，另一部分則由出水口 (7) 流出，經進一步處理後排放。

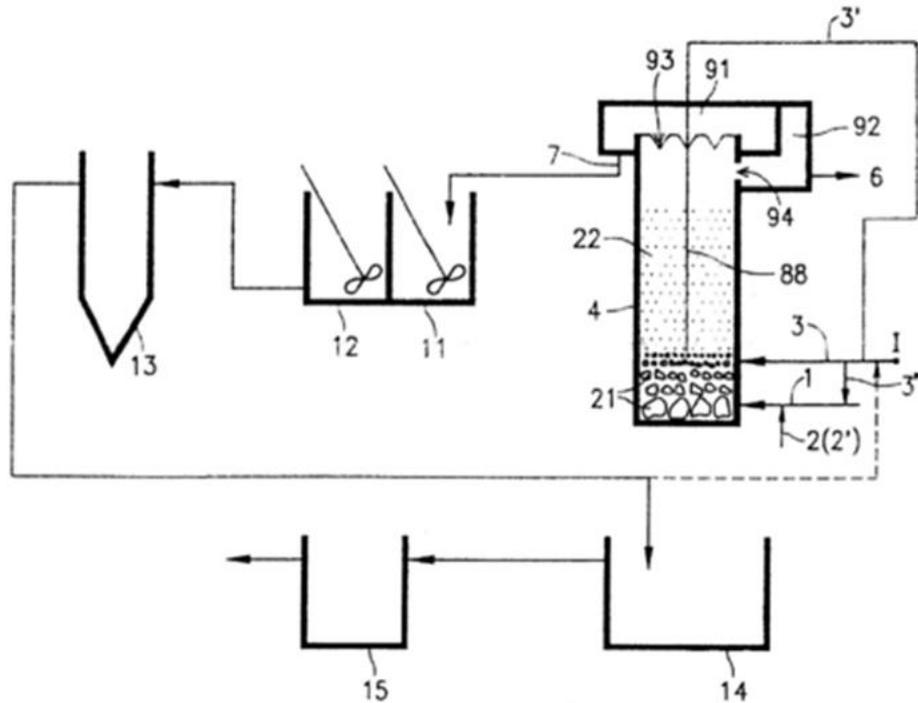


圖 3-57. 流體化床結晶裝置

1：迴流水入口、2：藥劑入口、2'：加鹼口、3：第一廢水入口、3'：第二廢水入口、3''：歧管(第三廢水入口)、4：反應槽、6：迴流水出口、11：快混槽、12：慢混槽、13：沈澱池、14：均勻槽、15：pH值調整槽、7：出水口、21：石頭、22：擔體、88：第二廢水管、91：第一副槽、92：第二副槽、93：溢流口、94：通道

[技術功效]

印刷電路板廠、電鍍廠或晶圓廠等所產生的含銅廢水，採用流體化床結晶法處理程序可有效去除廢水中銅離子，並產生的 91%高純度碳酸銅晶體可加硫酸並利用冷卻結晶法製成固態

硫酸銅，達到金屬/水回收、再利用之功效。此外，本案例也可應用於含氟廢水之處理、硬水軟化或廢水脫氮除磷等。

【案例 3】用於廢水淨化之厭氣性微生物流體化床技術

〔專利名稱〕 Seeding And Starting Up Method of Anaerobic Fluidized Bed；厭氣生物流體化床植種起動之方法

〔公告號〕 TW 363945

〔先前技術〕

隨著環保意識抬頭，廢水處理顯得格外重要，處理技術也不斷推陳出新，厭氣微生物流體化床處理技術亦應運而生。此方法是於系統試車起動過程，直接將廢水經含厭氣微生物之厭氣污泥植種、馴養後，以逐步提昇負荷方式達到處理廢水之目的，但其在實際應用上仍有以下缺點使得馴養時間耗時甚長：

- 1、厭氣微生物不易附著於擔體上，以致難以累積；
- 2、厭氣微生物污泥產率小，馴養初期擔體上生物量累積慢；
- 3、負荷提昇不易或無法提昇到更高之負荷。

基於以上幾點，傳統的馴養起動方式在應用上若要提昇效率縮短馴養時間，則必須克服厭氣微生物不易附著於擔體上之問題。

〔實施方式〕

圖 3-58 所示為本案例之厭氣流體化床裝置，其主要是將廢水儲存槽（10）內的進料廢水及含氮氧化物溶液（11），經由幫浦（12）送至一 pH 值調整槽（14）內，在槽中調出適當之 pH 值，再經另一幫浦（18）將具適當 pH 值的廢水（16）導入流體化床反應槽（100）底部，處理水（24）由反應槽頂部排出。反應槽中包含有經脫硝菌馴養後且披覆有生物黏膜的擔體（22），其所占體積約為反應槽的 5~50%；擔體可以由直接導入流體化床反應槽之空白擔體來源（20）以廠中之廢水先行馴養，形成有脫硝菌黏膜披覆之擔體，或是以別廠的廢水進行脫硝菌馴養，形成一披覆有脫硝菌黏膜之擔體來源，再以外加方式導入（21）流體化床反應槽中，進行後續的厭氣分解反應。其中，脫硝微生物之馴養步驟包含：將進流廢水及含氮氧化物之溶液導入 pH 值調整槽中，並將 pH 值調整至 2~8 間；將 pH 值調整後之該進流廢水送至含有脫硝微生物污泥及微生物附著生長用之顆粒擔體之流體化床反應槽中，並逐日提昇廢水進流量及濃度，以增加脫硝菌之處理負荷，其負荷提昇率約為每日 1~3 倍。此脫硝微生物之馴養可用欲處理之廢水先行馴養，並在所選擇之擔體表面披覆一黏膜，或以外加方式導入流體化床內，再進行後續厭氣微生物之馴養。

以酯化廢水為廢水基質為例，加入硝酸作為氮氧化物來源，濃度約為廢水之化學需氧量（COD）之 3~4 倍，pH 值約介於 2~8 間；然後，先進行脫硝微生物馴養，並加入有機材質或無機材質的擔體，例如磚粉、活性碳、砂、矽藻土、玻璃、合成樹脂、輕浮石（Pumic）、人造顆粒及其他可作為微生物附著的流體化顆粒者，其中擔體所占體積約為反應槽之 5~50%；之後，逐日提昇廢水進流量及濃度，以增加脫硝菌之處理負荷，其負荷之提昇比率約為每日提昇 1~3 倍，並在擔體表面披覆脫硝微生物黏膜，馴養時間約為 9 天左右。

接著，再將經調整 pH 值至 4~11 之酯化廢水導入反應槽內，進行厭氣微生物馴養，使厭氣微生物可附著至槽內之擔體表面。本案例結果顯示經脫硝微生物馴養後，酯化廢水之厭氣微生物馴養不但突破傳統馴養法在起動五個月後容積負荷仍未達 $F/V=5\text{kg COD/m}^3 \cdot \text{day}$ 之瓶頸，甚至提昇其容積負荷量 2~3 倍（ $F/V=10\sim 15\text{kg COD/m}^3 \cdot \text{day}$ ），且其縮短馴養起動操作時間，降至 3 個月左右。

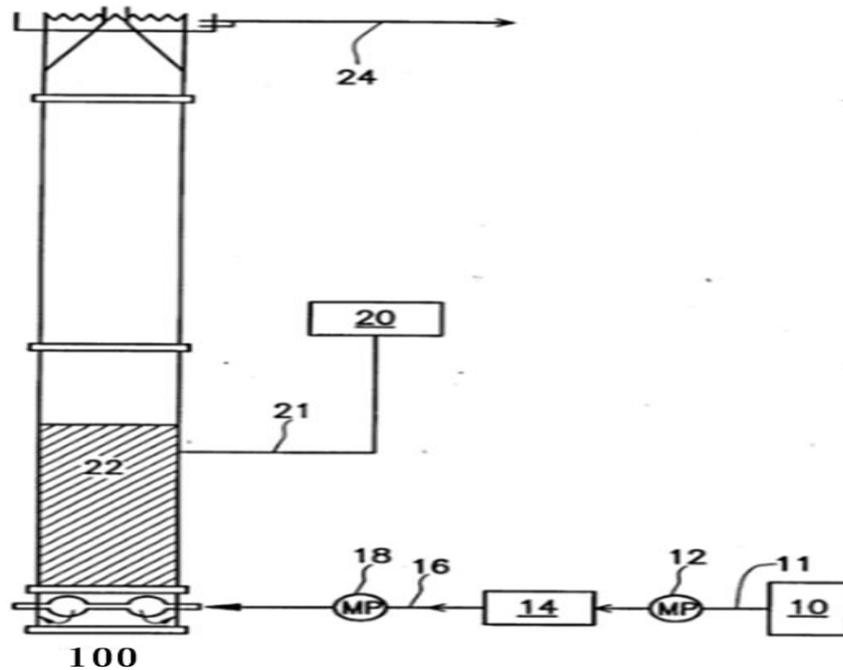


圖 3-58. 厭氣性微生物流體化床

10：廢水儲存槽、11：廢水、12：幫浦、14：pH 值調整槽、16：經調整 pH 值之廢水、18：幫浦、20：空白擔體或已黏膜披覆擔體、21：擔體導入反應槽、22：進行馴養之擔體、24：處理水、100：流體化床反應槽

〔技術功效〕

本案例之特點如下：1、脫硝微生物污泥產率高且增殖快，易產生生物黏膜於擔體上，有助於厭氣微生物附著生長；2、脫硝微生物適應性佳，分解效率高，體積負荷的提昇可採 1~3 倍之大幅提昇比率操作，加速生物黏膜之生長披覆；3、脫硝微生物馴養時間短，可於 9~11 天內快速完成；4、應用於不易馴養起動之廢水（如人造纖維廠之酯化廢水），可突破傳統馴養起動下體積負荷在 $F/V=5\text{kg COD/m}^3 \cdot \text{day}$ 之瓶頸，並提昇 2~3 倍之體積負荷，縮短馴養起動時間。

七、總結

全球近 60 年來，半導體產業「廢水處理及水資源再生」相關技術之專利申請量呈明顯上升後穩定發展之趨勢。大致上可分為五個階段，分別為萌芽期階段（1970~1997 年）、發展期階段（1997~2011 年）、發展趨緩、略為衰退階段（2012~2014 年）、復甦、再發展階段（2015~2018）及飽和、穩定發展階段（2019~2023 年）。進一步言，由於工業、電子業的強勢發展，人們對於水資源的需求已不再只是單純地為了民生或農業用途，加再上全球人口的高度膨脹，水資源短缺之現況也早就成為各國所必需嚴肅看待的課題。因此，近年來在聯合國、各國政府與各大企業對環境保護、永續發展或 ESG 等議題之重視下，我們幾乎可以預測未來廢水處理及水資源再生之相關技術的專利申請量仍相當具有發展潛力，後述將以政策、產業及技術三大面向為本專案內容之總結。

(一)政策面

「廢水處理及水資源再生」相關技術之專利申請量與「國際制度變革」、「各國政府之相對應政策」及「工業或半導體產業發展程度」等因素相關度較高。例如，全球氣候變遷與極端氣候的現象促使聯合國通過京都議定書、巴黎協定等重大國際

公約，致使各國政府在此框架下推行環保相關政策或制定法案，也帶動產業界對於環境永續的發展，回收技術係屬重要的項目之一，進而投入更多的資源研發相關技術。值得一提的是，亞洲地區為全球工業或半導體製造最重要之區域，廢水處理及水資源再生相關技術專利申請量位列全球排名的前五（依序為中國大陸、日本、中華民國、美國及韓國），而在各國研發的角力競賽中，日本及我國於 1997 至今仍持續發展，專利申請量仍有不錯的表現。此外，中國大陸則在 2005 年後太陽能、光電等產業的發展以及國家政策、補助的影響下，產業界研發及專利申請有向上發展之趨勢。

(二) 產業面

各國發展「廢水處理及水資源再生」相關技術之產業型態各有不同。歐美、日本等先進國家擁有歷史悠久的大型電器、淨水設備或相關材料製造之企業，研發量能投入較早（1970 年左右），學研機構或規模較小的公司則較為少見，以全球前二十大申請人來說，日本籍申請人占 60%，且皆為知名的大型跨國企業，至今專利申請量仍屬亮眼。此外，中國大陸雖起步較晚（1997 年左右），然在其國家政策的鼓勵或補助下，規模較小或新創公司於 2005 年後如雨後春筍般持續出現，致廢水處理及水

資源再生相關技術之專利申請量後來居上。值得一提的是，我國為半導體製造生產大國，具有完善的產業鏈及優良的企業文化，且近年來對於 ESG、永續發展與循環經濟等議題的重視，國內半導體大廠皆致力「廢棄物之回收、再生或再利用」的執行或為其技術之研發，「廢水處理及水資源再生」相關技術當然為其中重要的項目之一。總結來說，我國發展的模式主要係由半導體大廠所主導，並與國內相關企業或學研機構共同合作研發相關技術，亦有不錯的成績。

(三)技術面

實務上在處理廢水，往往非僅使用單一技術，而係利用技術之組合而完成「廢水處理及水資源再生」之功效，相關技術依反應形態可大致分為物理處理、化學處理及生物處理等。物理或化學處理之相關技術發展很早，不論是投入該項技術的機構，或是專利申請量都相對來的多，且技術發展亦相對成熟，是目前「廢水處理及水資源再生」主流的技術，例如，逆滲透法、微/超/奈濾法及高級氧化法、混凝沉澱法或離子交換法等。此外，生物處理係為利用微生物的特性將廢水中的污染物降解並轉化成無害的物質，其具有可大規模且低成本處理廢水的性質，該項技術極具經濟價值，為全球各大相關產業研發的重點

項目之一，例如，活性污泥法或薄膜生物反應器等。此外，控制、監控或偵測處理系統之建置，在過去為各大企業發展的重點項目之一，未來人工智慧（AI）技術及其應用成熟後，更可增添其重要性或影響專利申請量，後續發展非常值得持續關注。

肆、心得與建議

本專案小組為協助企業轉型綠色，讓永續發展、循環經濟或 ESG 能夠做得更好，近年來參與多場會議，與國內相關企業/機構進行討論並分享專利檢索或分析方法，讓該些企業或與會者能夠善用「全球專利檢索系統」(GPSS)等專利檢索工具找出可以參考的前案技術及分析其趨勢，達成雙贏目標。專案小組建議之分析方法摘要如下：首先藉由企業訪談或 ESG 報告書等途徑擬定研究主題，再利用我國 GPSS 或 Google 等資料庫作為工具，研究與主題相關之專利文件，蒐集相關之技術（或關鍵字）及其所屬之國際專利分類號（IPC 分類號）。接下來，將上述內容擬定以[IPC 分類號]及/或[關鍵字]為基礎的檢索策略，再於「Derwent Innovation」等專利資料庫進行專利檢索，儘可能找出與所設定主題相關的專利技術，經由人工閱讀去除較不相關的專利案後，得到可作為專利地圖、技術功效或申請趨勢等分析之基礎資料，最後再將上述資料進行統計、分析與探討。據此，本專案執行過程中係經與企業訪談並討論，能夠更貼近業界的需求，再以通盤及精確地檢索而得到的分析結果，所載內容包含相當豐富的先前技術及資料分析，充分呈現「水資源回收、再生處理」技術之概況，相信可作為半導體供應鏈轉型綠色、完善循環經濟或 ESG 報

告書之具實務建設性的參考資料。

全球氣候變遷及極端氣候的衝擊下，聯合國自 90 年代制定的「聯合國氣候變化綱要公約」至今已有近 30 年的歷史，其間較具體且影響層面較廣的策略包含「京都議定書」及「巴黎協定」，而後續衍生出概念-循環經濟、永續發展或 ESG（環境、社會及公司治理）等，更是近年來各界非常重視的議題。除了相關法規制度外，有越來越多企業支持循環經濟、永續發展或 ESG，甚至更有研究認為 ESG 有助於提升公司的競爭力，而單就環境（Environmental）一項而言，涵蓋之內容甚廣，建議企業界可從具循環經濟概念之技術著手，例如，製程上減少水資源浪費、將水資源進行有管理/監控或研發水資源回收、再生或再利用等技術，上述方式較易利用專利分析之資料進行 ESG 報告書之量化或最佳化，進而讓產業發展與環境保護並行不悖，打造我國成為水資源零廢棄、零污染及永續再生的循環家園。

此外，ESG 報告書在未來必然成為產業發展的重中之重，而我國國家發展委員會「臺灣 2050 淨零轉型」之關鍵戰略已列出可努力的方向，其中水資源循環零廢棄或可被列為相關重點項目之一。目前，國內已有非常重要的機構或企業持續在研究廢水處理及水資源再生技術，未來我國政府若能以政策鼓勵、資金補助等

方式強加輔導，採產、官、學相互合作的模式為技術發展或人才培養，相信可以得到更豐碩成果，並達成淨零轉型之目標。

附錄 1. WIPO 綠色目錄(WIPO IPC Green Inventory)

長久以來世界各國對於是否該將智慧財產權制度及技術移轉規範納入氣候變遷框架之討論，是否應利用上述制度提供誘因，以確保相關技術得以移轉至開發中國家或低度開發國家，來共同面對氣候變遷威脅，在談判中始終為爭執焦點。在 2009 年「哥本哈根協議」(Copenhagen Accord)、2010 年「坎昆協定」(Cancún Agreements)、2011 年「德班決議」(Durban Decisions)、2012 年「杜哈氣候途徑」(Doha Climate Gateway)、2014 年「利馬氣候行動呼籲」(Lima Call for Climate Action) 等皆有討論。其中主要原因在於高度開發國家，如歐盟或美國，雖未否定智慧財產權制度應對氣候變遷難題提供相對應之解決方式，但相關權利義務之討論，應留給「已有權限及經驗之國際組織處理」，而非在氣候變遷架構下協商，且更應加強保護始能創造誘因。因此，智慧財產權制度目前仍是透過間接方式存在於規範架構中，意即透過非強制性的技術移轉相關條文與約定，彰顯背後可能存在之智慧財產權議題。

世界智慧財產權組織 (World Intellectual Property Organization, WIPO) 在氣候變遷議題中應扮演之角色，長久以來饒有爭議。但身為聯合國體系下主管技術、創新與智慧財產權發展之機構，自然不可能置身於外。於是 WIPO 針對綠色技術創新於 2010 年時建立國際分類綠色目錄 (IPC Green Inventory)，包含了約 200 個直接與環境友善技術 (environmentally sound technologies, ESTs) 相關之主題，並且提供各主題連結至最相關之國際分類的部屬階層功能。因此使用者利用 WIPO Patentscope 檢索時，得以一次檢索相關領域之所有技術，方便確認技術現況與流通。

WIPO 於 2010 年建立了綠色技術的相關國際專利分類目錄，此綠色目錄分為七大類別，包括(1)替代能源、(2)運輸、(3)節能、(4)廢棄物管理、(5)農業/林業、(6)行政、監管及設計方面及 (7)核能發電。而其中又大致細分：

(1)替代能源：生物燃料、整體煤氣化聯合循環(IGCC)、燃料電池、生物質的熱解或氣化、利用人造廢棄物產生的能源、水力能、海洋熱能轉換(OTEC)、風能、太陽能、地熱能、其他生產或使用熱量，而不是由燃燒產生，例如自然熱、使用餘熱、從力學能產生機械動力裝置。

(2)運輸：一般車輛、軌道車輛以外的車輛、軌道車輛、船舶推進、使用太陽能的宇宙飛船。

(3)節能：電能儲存、電源電路、電力消耗的測量、熱能儲存、低能耗照明、一般建築隔熱、回收機械能。

(4)廢棄物管理：廢棄物處理(waste disposal)、處理廢棄物(treatment of waste)、燃燒消耗廢棄物、廢棄物再利用、污染控制。

(5)農業/林業：林業技術、替代灌溉技術、農藥替代品、土壤改良。

(6)行政、監管及設計方面：通勤，例如 HOV，遠端辦公等、碳/排放交易，例如污染信用、靜態結構設計。

(7)核能發電：核工程、使用核源熱源的燃氣輪機發電廠。

主題 1	替代能源	IPC
	生物燃料	
	固體燃料	C10L 5/00, 5/40-5/48
	生物質的烘培	C10B 53/02 C10L 5/40, 9/00
	液體燃料	C10L 1/00, 1/02, 1/14
	植物油	C10L 1/02, 1/19

		生物柴油	C07C 67/00, 69/00 C10G C10L 1/02, 1/19 C11C 3/10 C12P 7/64
		生物乙醇	C10L 1/02, 1/182 C12N 9/24 C12P 7/06-7/14
		沼氣	C02F 3/28, 11/04 C10L 3/00 C12M 1/107 C12P 5/02
		來自基因工程生物	C12N 1/13, 1/15, 1/21, 5/10, 15/00 A01H
		整體煤氣化聯合循環(IGCC)	C10L 3/00 F02C 3/28
		燃料電池	H01M 4/86-4/98, 8/00- 8/24, 12/00-12/08
		電極	H01M 4/86-4/98
		具有催化活性的惰性電極	H01M 4/86-4/98
		非活性部件	H01M 8/00-8/24, 50/00- 50/171
		混合性電池	H01M 12/00-12/08
		生物質的熱解或氣化	C10B 53/00 C10J
		利用人造廢棄物產生的能源	
		農業廢棄物	C10L 5/00
		動物糞便和作物殘留物	C10L 5/42, 5/44

		的燃料	
		田間、花園或木材廢棄物焚化爐	F23G 7/00, 7/10
		氣化	C10J 3/02, 3/46 F23B 90/00 F23G 5/027
		化學廢棄物	B09B 3/00 F23G 7/00
		工業廢棄物	C10L 5/48 F23G 5/00, 7/00
		在高爐中使用爐頂煤氣為生鐵生產提供動力	C21B 5/06
		漿體	D21C 11/00
		工業廢棄物的厭氧消化	A62D 3/02 C02F 11/04, 11/14
		工業木材廢棄物	F23G 7/00, 7/10
		醫院廢棄物	B09B 3/00 F23G 5/00
		垃圾掩埋場氣體	B09B
		分離成分	B01D 53/02, 53/04, 53/047, 53/14, 53/22, 53/24
		城市垃圾	C10L 5/46 F23G 5/00
		水力能	
		水力發電廠	E02B 9/00-9/06
		潮汐或波浪發電廠	E02B 9/08

		液體機器或發動機	F03B F03C
		使用波或潮汐能	F03B 13/12-13/26
		機器或發動機的調節、控制或安全手段	F03B 15/00-15/22
		使用來自水運動的能量推進船舶	B63H 19/02, 19/04
		海洋熱能轉換(OTEC)	F03G 7/05
		風能	F03D
		發電機與機械驅動電機的結構組合	H02K 7/18
		風力渦輪機的結構方面	B63B 35/00 E04H 12/00 F03D 13/00
		使用風力發電的車輛的推進	B60K 16/00
		使用風能的車輛的電力驅動	B60L 8/00
		通過風力發動機船舶推進	B63H 13/00
		太陽能	F24S H02S
		太陽能光電(PV)	
		適用將輻射能量轉化為電能的設備	H01L 27/142, 31/00-31/078 H01G 9/20 H02S 10/00
		使用有機材料作為活性部分	H01L 27/30, 51/42-51/48
		多個太陽能電池的組裝	H01L 25/00, 25/03, 25/16, 25/18, 31/042

		矽；單晶生長	C01B 33/02 C23C 14/14, 16/24 C30B 29/06
		調節太陽能電池的最大可用功率	G05F 1/67
		具有太陽能電池或可使用太陽能電池充電的電力照明設備	F21L 4/00 F21S 9/03
		充電電池	H02J 7/35
		染料敏化太陽能電池 (DSSC)	H01G 9/20 H01M 14/00
		使用太陽能熱	F24S
		用於家用熱水系統	F24D 17/00
		用於空間加熱	F24D 3/00, 5/00, 11/00, 19/00
		用於游泳池	F24S 90/00
		太陽能上升氣流塔	F03D 1/04, 9/00, 13/20 F03G 6/00
		用於處理水、廢水或污泥	C02F 1/14
		使用太陽能熱源的燃氣輪機發電廠	F02C 1/05
		混合太陽能熱光伏系統	H01L 31/0525 H02S 40/44
		使用太陽能的車輛的推進	B60K 16/00
		使用太陽能的車輛電力驅動	B60L 8/00
		用太陽能生產機械動力	F03G 6/00-6/06
		能量收集裝置的屋頂覆蓋方面	E04D 13/00, 13/18
		使用太陽能產生蒸汽	F22B 1/00

			F24V 30/00
		使用太陽能的製冷或熱泵系統	F25B 27/00
		使用太陽能乾燥材料或物體	F26B 3/00, 3/28
		太陽能聚光器	F24S 23/00 G02B 7/183
		太陽能貯藏池	F24S 10/10
		地熱能	F24T
		地熱的使用	F01K F24F 5/00 F24T 10/00-50/00 H02N 10/00 F25B 30/06
		從地熱能產生機械能	F03G 4/00-4/06, 7/04
		其他生產或使用熱量，而不是由燃燒產生，例如自然熱	F24T 10/00-50/00 F24V 30/00-50/00
		中央供暖系統中的熱泵使用蓄熱體中積累的熱量	F24D 11/02
		其他家用或空間供暖系統中的熱泵	F24D 15/04
		家用熱水供應系統中的熱泵	F24D 17/02
		使用熱泵的空气或熱水器	F24H 4/00
		熱泵	F25B 30/00
		使用餘熱	
		為了生產機械能	F01K 27/00
		內燃機	F01K 23/06-23/10 F01N 5/00

			F02G 5/00-5/04 F25B 27/02
		蒸汽機廠	F01K 17/00, 23/04
		燃氣輪機廠	F02C 6/18
		作為製冷設備的能源	F25B 27/02
		用於處理水、廢水或污水	C02F 1/16
		造紙餘熱回收	D21F 5/20
		利用熱載體的熱量產生蒸汽	F22B 1/02
		垃圾焚燒熱能的回收	F23G 5/46
		空調中的能量回收	F24F 12/00
		使用來自爐子、窯爐、烤箱或蒸餾器的廢熱的安排	F27D 17/00
		蓄熱式熱交換裝置	F28D 17/00-20/00
		氣化廠	C10J 3/86
		從力學能產生機械動力裝置	F03G 5/00-5/08
主題 2	運輸		IPC
	一般車輛		
		混合動力汽車，例如混合動力電動汽車(HEV)	B60K 6/00, 6/20
		控制系統	B60W 20/00
		齒輪	F16H 3/00-3/78, 48/00-48/30
		無刷電機	H02K 29/08
		電磁離合器	H02K 49/10
		再生制動系統	B60L 7/10-7/22
		由自然力供電的電力推進裝置，例如太陽，風	B60L 8/00
		帶有外部電源的電動推進器	B60L 9/00
		使用燃料電池供電，例如氫燃料汽車	B60L 50/50-58/40

	使用氣態燃料運行的內燃機，例如氫	F02B 43/00 F02M 21/02, 27/02
	來自自然力的電源，例如太陽，風	B60K 16/00
	電動車充電站	H02J 7/00
	軌道車輛以外的車輛	
	減阻力	B62D 35/00, 35/02 B63B 1/34-1/40
	人力車輛	B62K B62M 1/00, 3/00, 5/00, 6/00
	軌道車輛	B61
	減阻力	B61D 17/02
	船舶推進	
	由風直接作用的推進裝置	B63H 9/00
	風力發動機驅動	B63H 13/00
	利用水運動產生的能量推進	B63H 19/02, 19/04
	肌肉力量的推進	B63H 16/00
	來自核能的推進	B63H 21/18
	使用太陽能的宇宙飛船	B64G 1/44
主題 3	節能	IPC
	電能儲存	B60K 6/28 B60W 10/26 H01M 10/44-10/46 H01G 11/00 H02J 3/28, 7/00, 15/00
	電源電路	H02J
	具有節能模式	H02J 9/00
	電力消耗的測量	B60L 3/00 G01R

	熱能儲存	C09K 5/00 F24H 7/00 F28D 20/00, 20/02
	低能耗照明	
	電致發光光源(例如 LED、OLED、PLED)	F21K 99/00 F21L 4/02 H01L 33/00-33/64, 51/50 H05B 33/00
	一般建築隔熱	E04B 1/62, 1/74-1/80, 1/88, 1/90
	隔熱建築元件	E04C 1/40, 1/41, 2/284- 2/296
	用於門或窗開口	E06B 3/263
	對於牆壁	E04B 2/00 E04F 13/08
	對於地板	E04B 5/00 E04F 15/18
	對於屋頂	E04B 7/00 E04D 1/28, 3/35, 13/16
	對於天花板	E04B 9/00 E04F 13/08
	回收機械能	F03G 7/08
	車載可充電機械蓄能器	B60K 6/10, 6/30 B60L 50/30
主題 4	廢棄物管理	IPC
	廢棄物處理(waste disposal)	B09B B65F
	處理廢棄物(treatment of waste)	
	消毒或滅菌	A61L 11/00

		有害或有毒廢物的處理	A62D 3/00, 101/00
		處理被放射性污染的材	G21F 9/00
		料；為此進行的去污安排	
		垃圾分類	B03B 9/06
		污染土壤的再生	B09C
		廢紙的機械處理	D21B 1/08, 1/32
		燃燒消耗廢棄物	F23G
		廢棄物再利用	
		在鞋類中使用橡膠廢料	A43B 1/12, 21/14
		用廢金屬顆粒製造製品	B22F 8/00
		從廢料中生產液壓水泥	C04B 7/24-7/30
		使用廢料作為砂漿、混凝土的填料	C04B 18/04-18/10
		從廢棄物或垃圾中生產肥料	C05F
		廢料的回收或加工	C08J 11/00-11/28 C09K 11/01 C11B 11/00, 13/00-13/04 C14C 3/32 C21B 3/04 C25C 1/00 D01F 13/00-13/04
		從廢棄物中回收塑膠材料	B29B 17/00
		為回收可挽救零件而拆卸車輛	B62D 67/00
		聚合物	C08J 11/04-11/28
		從橡膠廢料中生產液態碳氫化合物	C10G 1/10
		來自廢棄物的固體燃料	C10L 5/46, 5/48
		從廢料中獲取金屬	C22B 7/00-7/04, 19/30, 25/06

			分解纖維材料以供再利用	D01G 11/00
			處理廢紙以獲得纖維素	D21C 5/02
			從放電管或燈中回收可挽救的組件或材料	H01J 9/50, 9/52
			回收廢電池、電池或蓄電池的可維修部件	H01M 6/52, 10/54
污染控制				
			碳捕獲和儲存	B01D 53/14, 53/22, 53/62 B65G 5/00 C01B 32/50 E21B 41/00, 43/16 E21F 17/16 F25J 3/02
空氣品質管理				
			廢氣的處理	B01D 53/00-53/96
			帶有廢氣處理裝置的內燃機廢氣裝置	F01N 3/00-3/38
			使廢氣無害	B01D 53/92 F02B 75/10
			去除鋼鐵生產中的廢氣或粉塵	C21C 5/38
			使用煙氣再循環的燃燒裝置	C10B 21/18 F23B 80/02 F23C 9/00
			廢氣或有毒氣體的燃燒	F23G 7/06
			廢氣處理裝置的電氣控制	F01N 9/00
			從氣體或蒸汽中分離分	B01D 45/00-51/00

			散的顆粒	B03C 3/00
			從爐子中清除灰塵	C21B 7/22 C21C 5/38 F27B 1/18 F27B 15/12
			在燃料或火災中使用添加劑來減少煙霧或促進煙塵去除	C10L 10/02, 10/06 F23J 7/00
			用於處理燃燒裝置產生的煙霧或煙霧的裝置的布置	F23J 15/00
			除塵或吸塵材料	C09K 3/22
			污染警報器	G08B 21/12
		控制水污染		
			處理廢水或污水	B63J 4/00C02F
			生產肥料	C05F 7/00
			處理液體污染物的材料	C09K 3/32
			清除開放水域的污染物	B63B 35/32 E02B 15/04
			廢水管道裝置	E03C 1/12
			污水管理	C02F 1/00, 3/00, 9/00 E03F
			發生反應堆洩漏時防止放射性污染的措施	G21C 13/10
主題 5	農業/林業			IPC
	林業技術			A01G 23/00
	替代灌溉技術			A01G 25/00
	農藥替代品			A01N 25/00-65/00
	土壤改良			C09K 17/00 E02D 3/00

	從廢棄物中提取的有機肥料	C05F
主題 6	行政、監管及設計方面	IPC
	通勤，例如 HOV，遠端辦公等	G06Q G08G
	碳/排放交易，例如污染信用	G06Q
	靜態結構設計	E04H 1/00
主題 7	核能發電	IPC
	核工程	G21
	核融合反應器	G21B
	核子(分裂)反應器	G21C
	核電廠	G21D
	使用核源熱源的燃氣輪機發電廠	F02C 1/05

附錄 2. JPO 綠色轉型(GX)技術分類專利清單(GXTI)

大區分	中區分	小區分
gxA 能源供應		
	01 太陽光發電	
	a	太陽光發電
	02 太陽熱利用	
	a	太陽熱發電
	b	太陽能集熱器/太陽能熱系統
	03 風力發電	
	a	風力發電
	04 地熱利用	
	a	地熱發電
	b	地熱收集器/地熱系統
	05 水力發電	
	a	水力發電
	06 海洋能發電	
	a	波浪/潮汐發電
	b	海洋溫差發電/海洋濃度差發電
	07 生質能源	
	a	生物固體燃料
	b	生物液體燃料
	c	沼氣
	08 核能發電	
	a	聚變反應爐/核反應爐/核電站

	09 燃料電池
	a 燃料電池/燃料電池系統（用於固定/移動車輛）
	10 氫技術
	a 氫氣製造
	b 氫氣儲存、運輸、供應、加氫站
	c 通過燃燒使用氫（氫發動機車輛等）
	11 氨技術
	a 氨製造
	b 氨的儲運
	c 氨燃燒利用
gxB 節能、電氣化、供需調整	
	01 建築節能（ZEB、ZEH 等）
	a 建築保溫
	b 高效空調
	c 高效熱水器
	d 高效照明 (LED/OLED)
	02 高效電機和逆變器
	a 高效電機/逆變器
	03 熱電聯產
	a 熱電聯產
	04 水、廢水、污水或污泥處理中的節能和供需調整
	a 水、廢水、污水或污泥處理中的節能和供需調整
	05 電動汽車

		a 電動汽車/混合動力汽車
		b 其他（飛機、輪船等）
	06 熱電化	
		a 電阻加熱/紅外線加熱
		b 感應加熱
		c 電磁波加熱（微波加熱、感應加熱）
		d 放電加熱
	07 輸配電/智能電網	
		a 直流輸配電（HVDC 等）
		b 智能電網
	08 電力系統供需調整	
		a VPP/Negawatt/資源聚合
gxC 電池/儲能		
	01 可充電電池	
		a 可充電電池
		b 可充電電池模組相關技術
	02 機械儲能	
		a 抽水蓄能發電、飛輪、壓縮空氣儲能
	03 熱能儲存	
		a 蓄熱裝置/蓄熱材料（包括卡諾電池）
	04 雙電層電容器/混合電容器	
		a 雙電層電容器/混合電容器
gxD 非能源領域的二氧化碳減排		
	01 用生物質製造化學品	
		a 生物質塑料

		b 纖維素納米纖維
		c 用生物質製造化學品
	02 煉鋼過程中的二氧化碳減排	
		a 氫還原煉鐵
		b 直接還原法(DRI)
		c 高活性焦炭
		d 電解還原法
	03 回收	
		a 塑料回收
		b 鐵回收
		c 鋁回收
		d 銅回收
gxE 溫室氣體的收集、儲存、利用和清除		
	01 CCS、CCUS、負排放	
		a 二氧化碳吸收分離
		b 二氧化碳的吸附分離
		c 二氧化碳的膜分離
		d DAC (直接空氣捕獲)
		e 氧氣燃燒/化學循環
		f 地下儲存/利用地下
		g 固定為碳酸鹽 (混凝土、鋼渣)
		h 生物 (森林、農田土壤碳、城市綠化、海洋生物) 對二氧化碳的吸收和固定
		i 通過減少二氧化碳轉化為碳氫化合物 (甲烷化、電合成、羧化、人工光合作用等)

		j 通過非還原方法轉化二氧化碳
		k 二氧化碳的運輸
	02 非二氧化碳溫室氣體對策	
		a 氟碳回收、分解、解毒
		b 綠色製冷劑（低 GWP 製冷劑）
		c 減少來自牲畜和農田的非二氧化碳溫室氣體
gxY 交叉製表（x 控制/調整、x 測量/測量、x 業務、x ICT）		
	01 控制與調節相關技術	
		a gxA×gxY01
		b gxB×gxY01
		c gxC×gxY01
		d gxD×gxY01
		e gxE×gxY01
	02 測量及相關技術	
		a gxA×gxY02
		b gxB×gxY02
		c gxC×gxY02
		d gxD×gxY02
		e gxE×gxY02
	03 業務相關技術（包括認證和支付）	
		a gxA×gxY03
		b gxB×gxY03
		c gxC×gxY03
		d gxD×gxY03

		e $gxE \times gxY03$
--	--	----------------------